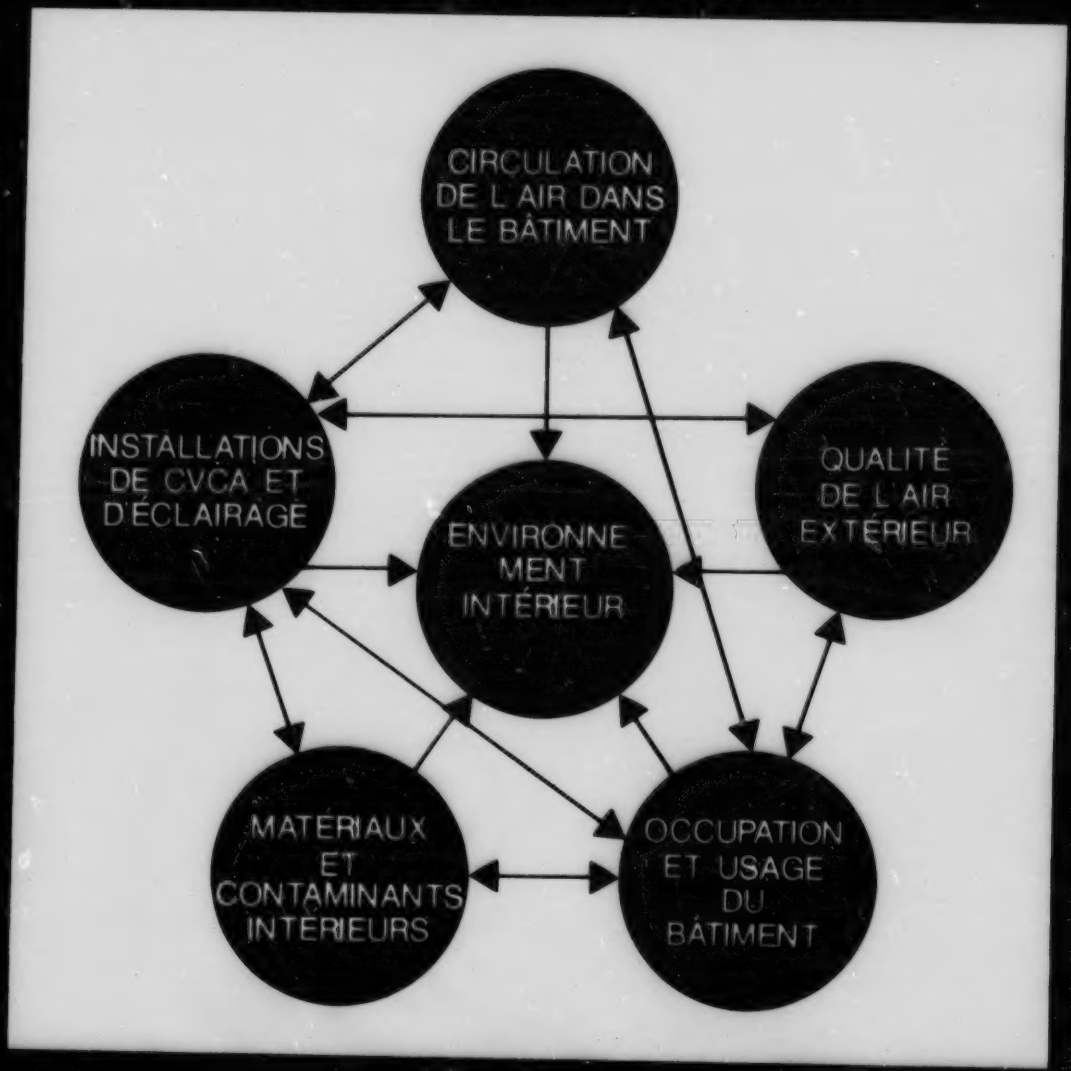
Manuel de salubrité des bâtiments

Systèmes, paramètres, problèmes et solutions



Canada

103-00296/

MANUEL DE SALUBRITÉ DES BÂTIMENTS

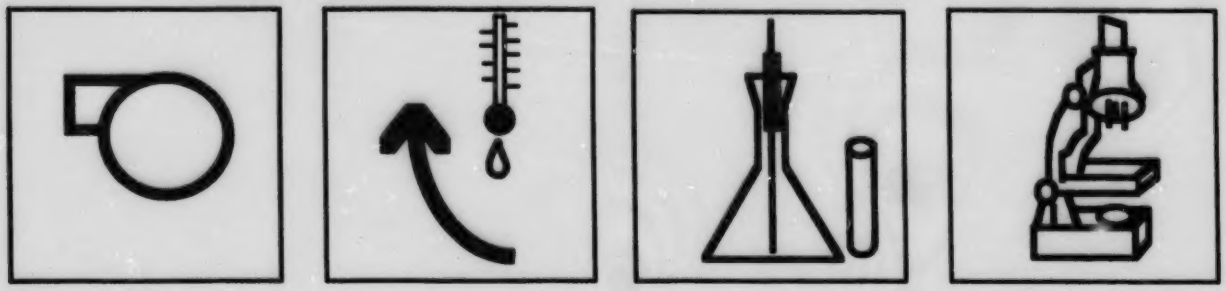
SYSTÈMES,

PARAMÈTRES,

PROBLÈMES

ET

SOLUTIONS



Le manuel de salubrité des bâtiments

Systèmes, Paramètres, Problèmes & Solutions

Préparé pour

LE CONSEIL DE COORDINATION DES GROUPES DE TRAVAIL

SUR LA GESTION DE L'ENERGIE

17 rue York

Ottawa, Ontario

K1N 9J6

Préparé en collaboration avec le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources CANADA

REMERCIEMENTS

Le Manuel de salubrité des bâtiments a été préparé en collaboration avec le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada.

Les auteurs tiennent à signaler l'aide et la contribution essentielle des Groupes de travail sur la gestion de l'énergie et, en particulier, des personnes suivantes :

M. Wes Drodge
Coordonnateur du projet
Hôpital de Moncton

M. Bob Wall
Vice-président adjoint (administration)
Université du Manitoba

M. John Piper
Conseiller, Programmes des secteurs commercial et agricole
Division de la gestion de l'énergie dans les entreprises et dans le secteur gouvernemental
Direction des économies d'énergie
Énergie, Mines et Ressources Canada

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	
1.1	Environnement intérieur	2
1.2	Rôles des concepteurs, gestionnaires et exploitants de bâtiments	7
1.3	Mode d'utilisation du Manuel	9
2.0	LE BÂTIMENT CONSIDÉRÉ COMME UN SYSTÈME	
2.1	Introduction	11
2.2	Circulation naturelle de l'air dans les bâtiments	12
2.3	Circulation mécanique de l'air dans les bâtiments	16
2.4	Équilibre de l'air dans les bâtiments	19
2.5	Circulation d'air	22
2.6	Ventilation	24
2.7	Installations de ventilation	29
2.8	Régulation de température	31
2.9	Filtration de l'air	35
2.10	Humidification	39
3.0	PARAMÈTRES DE QUALITÉ DE L'AIR	
3.1	Introduction	43
3.2	Confort thermique	46
3.3	Contaminants physiques	54
3.4	Contaminants biologiques	56
3.5	Contaminants chimiques	60
3.6	Bruit	68
3.7	Éclairage	71
3.8	Contaminants types dans les bâtiments	73
4.0	SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'AIR	
4.1	Introduction	78
4.2	Classification des problèmes de qualité de l'air	79
4.3	Mode d'exploitation pour assurer la salubrité du bâtiment	83
4.4	Liste de vérification de la qualité de l'air	88
4.5	Études de cas	93
5.0	DIRECTIVES ET RÈGLEMENTS	
5.1	Introduction	101
5.2	Directives et règlements du Canada	102
5.3	Droit à l'information des travailleurs	109
5.4	Directives sur le confort thermique et d'autres paramètres	110
6.0	SÉLECTION DES EXPERTS-CONSEILS	
6.1	Critères de sélection des experts-conseils	113
6.2	Méthodes d'évaluation	117
6.3	Évaluation des propositions	119
7.0	RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE	120
7.1	Définitions	124

ANNEXE A Questionnaires pour les enquêtes environnementales
ANNEXE B Sources de contaminants environnementaux types dans les bâtiments
ANNEXE C Listes de vérification suite à des plaintes environnementales

1.0
INTRODUCTION

1.0 INTRODUCTION

1.1 Environnement intérieur

En moyenne, une personne passe 50% de son temps au foyer, 43% dans des bâtiments commerciaux ou industriels, 5% dans des véhicules et 2% à l'extérieur. La fourniture du meilleur environnement intérieur possible doit être l'objectif des gestionnaires et exploitants de bâtiments. Le présent manuel vise à mettre cet objectif à leur portée.

Un certain nombre de facteurs interdépendants caractérisent l'environnement intérieur. La figure 1.1.1 identifie cinq groupes de facteurs ayant un effet sur l'environnement intérieur des bâtiments.

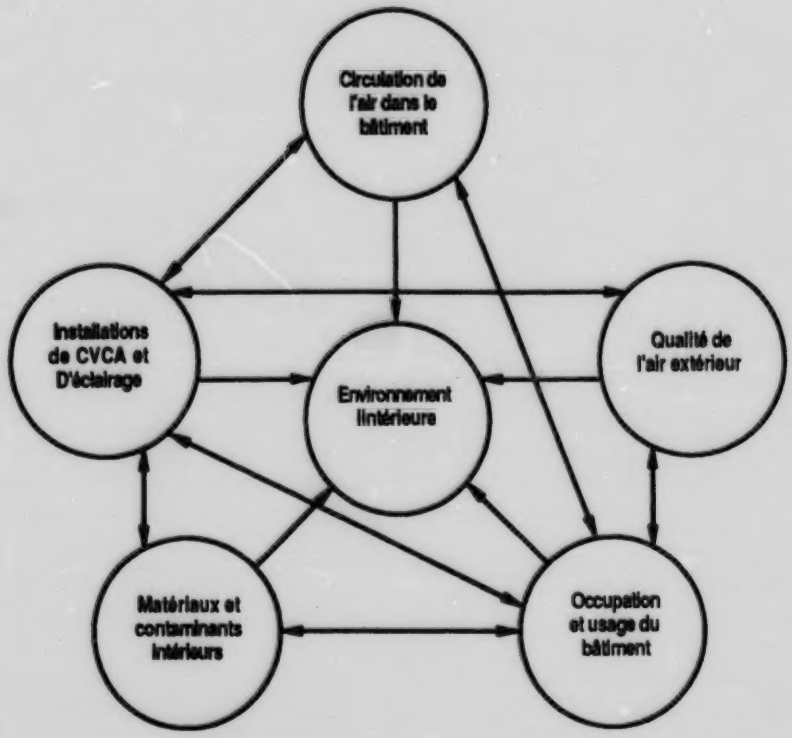


FIGURE 1.1.1

La plupart des facteurs interagissent les uns avec les autres, ce qui complique la définition de l'environnement intérieur. Pour comprendre les conditions environnementales prévalant dans un bâtiment, il faut analyser chaque groupe de facteurs indépendamment et également avec les interactions illustrées à la figure 1.1.1.

Occupation et usage du bâtiment

Le facteur "Occupation et usage du bâtiment" englobe tous les "systèmes d'occupants". Des aspects comme l'ergonomie, l'aménagement, les tâches des occupants et les horaires d'occupation font partie intégrante de ce facteur. Les "systèmes d'occupants" changeront avec le temps et l'environnement intérieur devra également s'adapter pour répondre aux nouveaux besoins. L'usage et l'occupation diffèrent nettement d'un type de bâtiment à un autre : hôtel, bureau, commerce, école, appartement, hôpital ou industrie.

Matériaux et contaminants internes du bâtiment

Les matériaux et les contaminants internes du bâtiment font partie de l'environnement interne. Les éléments comme les cloisons sèches, le béton, la peinture, les revêtements de sol, les colles, les produits chimiques de nettoyage et les plantes sont des exemples de matériaux qu'on retrouve dans les bâtiments. Les matériaux de construction et les contaminants émanant du contenu du bâtiment ont un effet sur l'environnement intérieur et sur d'autres facteurs.

Installations de CVCA et d'éclairage

Les installations de CVCA (chauffage, ventilation et conditionnement d'air) et d'éclairage supportent les facteurs environnementaux du bâtiment. Les deux installations doivent fonctionner pour répondre aux besoins d'occupation et d'usage. Les défectuosités des installations de CVCA et d'éclairage affectent d'autres facteurs ainsi que l'environnement intérieur.

Déplacement de l'air dans les bâtiments

Le déplacement de l'air dans le bâtiment constitue un facteur important de l'environnement intérieur global. Il agit sur la circulation des contaminants et sur la qualité de l'air intérieur. La circulation de l'air est généralement étroitement liée au fonctionnement des installations CVCA, aux forces climatiques naturelles comme le vent ainsi qu'à l'aménagement intérieur du bâtiment.

Qualité de l'air extérieur

La qualité de l'air extérieur affecte la qualité de l'air intérieur et, par conséquent, les conditions environnementales intérieures. Réciproquement, la qualité de l'air extérieur peut être affectée par les contaminants qui y sont rejetés par les installations et les occupants du bâtiment.

Environnement intérieur optimal

Les gens passent, en moyenne, 98% de leur temps dans un environnement intérieur comme l'illustre la figure 1.1.2.

TEMPS PASSÉ À L'INTÉRIEUR PAR UNE PERSONNE TYPE

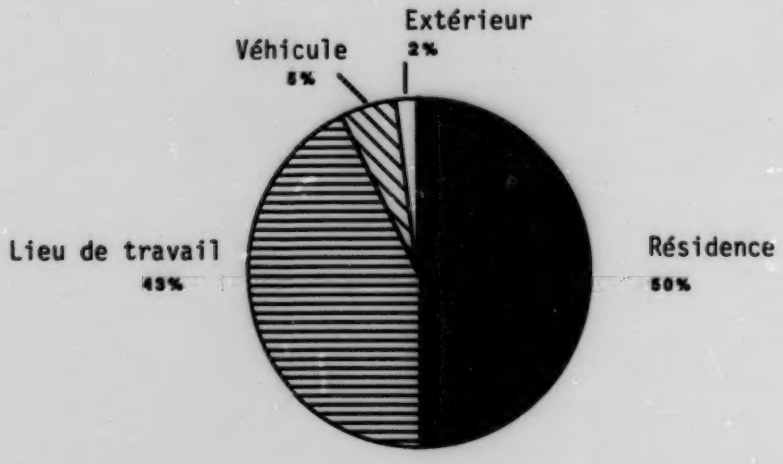


FIGURE 1.1.2

Un environnement intérieur optimal peut être réalisé si l'on comprend bien les facteurs qui l'affectent. Un tel environnement nécessite une conception et une exploitation efficaces des systèmes du **bâtiment** et des systèmes d'**occupants** . Dans la plupart des cas, un meilleur environnement intérieur n'entraîne pas des coûts d'énergie et d'exploitation supérieurs. Les solutions optimales doivent naître d'une compréhension parfaite des problèmes liés à l'environnement intérieur. Le présent manuel a pour objectifs d'analyser les facteurs affectant l'environnement intérieur et de définir un processus permettant de réaliser un bâtiment optimal.

Le manuel ne vise pas l'optimisation des "systèmes d'occupants". Les sujets comme l'aménagement intérieur, l'ameublement des occupants et l'ergonomie n'y sont pas traités. Dans la plupart des cas, les systèmes d'occupants dépendent du type de bâtiment (hôpital, école, etc.). Par contre, le présent manuel analyse les systèmes du bâtiment et leurs relations avec l'environnement intérieur.

L'occupant d'un bâtiment a un certain rôle à jouer pour qu'un environnement intérieur optimal puisse être réalisé. Dans la plupart des cas, l'occupant ou locataire des lieux ne comprend pas les interactions entre les "systèmes d'occupants" (occupation et usage) et les systèmes du bâtiment. Les occupants des bâtiments doivent se fier à des professionnels du bâtiment pour leur fournir des solutions aux problèmes environnementaux.

1.2 Rôles des concepteurs, gestionnaires et exploitants de bâtiments

La réalisation d'un environnement intérieur optimal ne relève pas d'une seule personne ni d'un groupe d'individus. Les concepteurs, propriétaires, gestionnaires et exploitants de bâtiments ont des rôles distincts à jouer pour en arriver à ce résultat. Le présent manuel leur est particulièrement destiné.

Concepteurs de bâtiments

1. Se tenir informés des problèmes d'environnement intérieur et de leurs solutions.

2. Adopter comme objectifs de conception la qualité de l'air intérieur et un environnement intérieur optimal.

3. Spécifier des matériaux de construction à faible émission pour la construction des bâtiments.

4. Isoler, par leur conception, les sources de contaminants des occupants.

5. Spécifier une ventilation ou une extraction locale pour le confinement des sources de contaminants localisées.

6. Tenir compte des lois, des codes et des normes environnementaux des gouvernements dans leur conception.

7. Élaborer des normes de ventilation et de circulation d'air et veiller à ce que les propriétaires, gestionnaires et exploitants les comprennent.

8. Mettre en service les systèmes des bâtiments pour s'assurer qu'ils répondent à l'esprit de la conception et aux besoins des occupants.

Rôle des propriétaires et gestionnaires de bâtiments

1. Se tenir informés des problèmes d'environnement intérieur et de leurs solutions.

2. Adopter une procédure officielle de plaintes afin de documenter les problèmes et des chercher les solutions.

3. Instaurer un programme d'entretien des installations pour fournir un niveau de ventilation suffisant pour l'occupation et l'usage du bâtiment.

4. Adopter des normes de circulation d'air pour les locaux et veiller à l'application de ces normes lors de la construction et de rénovations par le locataire.

5. Limiter les émissions élevées de contaminants à des locaux désignés et utiliser une ventilation ou une extraction localisée.

6. Adopter des méthodes précises pour l'utilisation et le stockage de tous les produits chimiques dans le bâtiment.

7. Entretenir toutes les installations de CVCA et d'éclairage pour assurer un environnement intérieur optimal.

8. Se conformer à tous les règlements et à toutes les lois et directives gouvernementales concernant l'environnement intérieur.

9. S'assurer que la conception et l'exploitation du bâtiment conviennent bien à son occupation et à son usage actuels.

10. Instaurer des mesures d'urgence en cas de problèmes d'environnement intérieur. Ces mesures doivent inclure le nettoyage et le séchage expéditifs des déversements sur les tapis.

11. Guider les occupants dans leur choix de meubles, de rideaux et de tissus de cloison afin d'éviter ceux dont le taux d'émission de contaminants est trop élevé.

Exploitants de bâtiments

1. Se tenir informés des problèmes d'environnement intérieur et de leurs solutions.

2. Utiliser une procédure officielle de plaintes afin de documenter les problèmes et de chercher les solutions.

3. Utiliser un programme d'entretien des installations pour fournir un niveau de ventilation suffisant pour l'occupation et l'usage du bâtiment.

4. Utiliser des normes de circulation d'air pour les locaux.

5. Appliquer des méthodes précises pour l'utilisation et le stockage de tous les produits chimiques dans le bâtiment.

6. Maintenir le rendement de toutes les installations de CVCA et d'éclairage pour assurer un environnement intérieur optimal.

7. Se conformer aux codes, aux lois et aux normes environnementales des gouvernements.

8. Comprendre et appliquer des mesures d'urgence en cas de problèmes d'environnement intérieur.

1.3 Mode d'utilisation du Manuel

Le manuel est subdivisé en sept sections dont voici un aperçu :

1.0 INTRODUCTION	Énonce la portée du manuel Définit les rôles des professionnels du bâtiment Explique comment utiliser le manuel
2.0 LE BÂTIMENT CONSIDÉRÉ COMME UN SYSTÈME	Explique l'interaction entre les systèmes du bâtiment et l'environnement intérieur Analyse l'interaction entre la qualité de l'air et les systèmes du bâtiment Explique les problèmes environnementaux reliés au bâtiment considéré comme un système
3.0 PARAMÈTRES DE QUALITÉ DE L'AIR	Analyse les paramètres affectant la qualité de l'air Définit les normes pour chaque paramètre Explique les méthodes de mesure de chaque paramètre
4.0 SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'AIR	Analyse et classe les problèmes d'environnement et de qualité de l'air Définit un méthode d'évaluation de la qualité de l'environnement intérieur Fournit une liste de vérification en vue de la correction des problèmes environnementaux courants
5.0 DIRECTIVES ET RÈGLEMENTS	Analyse les directives et règlements fédéraux et provinciaux actuellement en vigueur Fournit des directives générales concernant les paramètres environnementaux
6.0 SÉLECTION DES EXPERTS-CONSEILS	Analyse les critères de sélection des experts-conseils en environnement intérieur Présente des méthodes d'évaluation pour la sélection des experts-conseils
7.0 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE	Fournit une bibliographie des documents sur les sujets traités dans le Manuel

ANNEXE A	Fournit des exemples de questionnaires et de formulaires de levés sur les problèmes environnementaux dans les bâtiments
ANNEXE B	Fournit une liste des contaminants intérieurs type et de leurs sources dans les bâtiments
ANNEXE C	Fournit des listes de vérification pour les plaintes précises des occupants concernant l'environnement

Tous les lecteurs du Manuel devraient lire la première section : 1.0 Introduction. Ceux qui disposent de peu de temps devraient lire les sections 1.0, 4.0 et 5.0. Idéalement, il faudrait prendre le temps de lire les sections 1.0 à 5.0 dans l'ordre d'apparition. Un lecteur moyen peut "absorber" les cinq premières sections en deux heures. Ce pourrait être son meilleur atout dans la réalisation d'un environnement optimal dans son bâtiment. Les sections 6.0 et 7.0 et les annexes peuvent être consultées selon les besoins du lecteur.

LE
NTINENT
COMME UN SYSTÈME

2.0 LE BÂTIMENT CONSIDÉRÉ COMME UN SYSTÈME

2.1 Introduction

L'environnement du bâtiment et la qualité de l'air intérieur (QAI) sont déterminés principalement par la **circulation de l'air** et par les **installations de CVCA** . Plus de 80% des plaintes relatives à la qualité de l'environnement intérieur sont reliées à ces facteurs. Les installations doivent être conçues et exploitées de manière à répondre aux exigences d'**occupation et d'usage du bâtiment** . La figure 2.1.1. illustre les interactions analysées dans la présente section du Manuel.

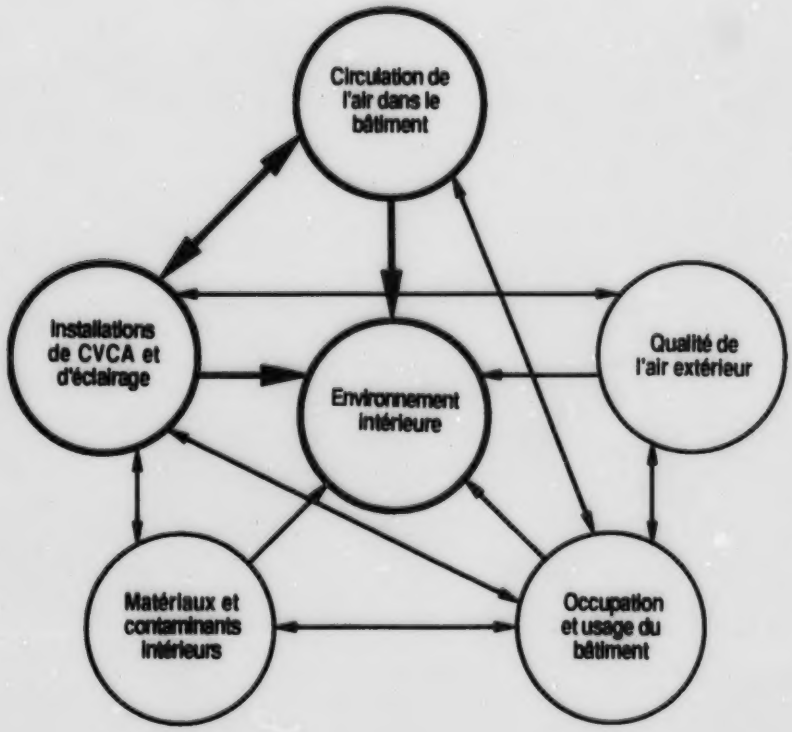


FIGURE 2.1.1

La compréhension des facteurs ayant un effet sur le circulation et la qualité de l'air intérieur est essentielle à la réalisation d'un environnement intérieur optimal.

2.2 Circulation naturelle de l'air dans les bâtiments

La circulation de l'air dans les bâtiments est causée par des écarts de pression. L'air se déplace des zones à haute pression vers les zones à basse pression. La circulation naturelle de l'air est produite par le vent et par l'effet de tirage. Le vent soufflant sur un bâtiment crée une pression positive du côté au vent et une dépression du côté sous le vent. La figure 2.2.1 illustre le déplacement de l'air de la zone de pression positive vers la dépression.

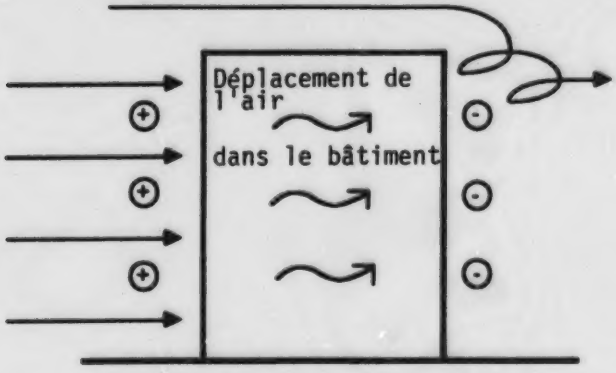


FIGURE 2.2.1

L'effet de tirage est produit par un écart de température, positif ou négatif, entre l'air intérieur et l'air extérieur. En hiver, l'air intérieur est plus chaud et plus léger que l'air extérieur. Cet air plus léger crée une pression positive en partie supérieure du bâtiment et une dépression à sa base. La circulation naturelle fait que l'air se déplace de la zone intérieure (à haute pression) vers l'extérieur (à basse pression) au sommet du bâtiment, comme l'illustre la figure 2.2.2. Par contre, dans la partie inférieure du bâtiment, l'air circule de l'extérieur (à haute pression) vers l'intérieur du bâtiment, où la pression est inférieure.

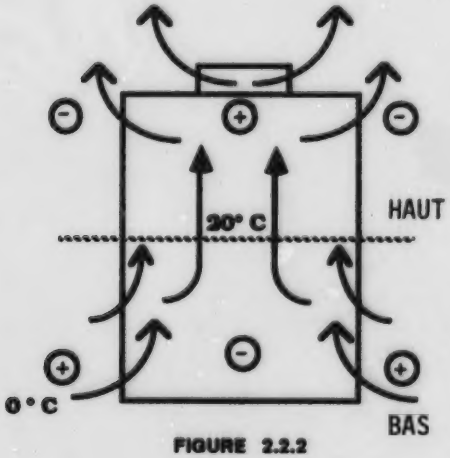


FIGURE 2.2.2

Il en résulte un effet de "tirage" ou de "cheminée" qui fait circuler l'air. Une différence de pression provoque un déplacement de l'air, mais encore faut-il qu'il y ait un trajet de circulation. Des fentes et des ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment fournissent généralement les trajets nécessaires à la circulation de l'air.

Plus la différence de pression est grande, plus la circulation d'air est importante
Plus les fissures et ouvertures sont grandes, plus la circulation d'air est importante

Le débit de circulation naturelle de l'air dans les bâtiments est appelé débit de renouvellement d'air et est exprimé en renouvellements d'air par heure. Un renouvellement d'air par heure veut dire que tout le volume d'air contenu dans le bâtiment a été déplacé ou évacué en une période d'une heure. Par exemple, une maison dont le volume est de 1 000 m^3 (1 000 000 litres) doit avoir un débit de déplacement d'air de 278 litres/seconde pour avoir un renouvellement d'air par heure. Les débits de renouvellement d'air types pour une maison, un petit bâtiment et un grand bâtiment sont indiqués à la figure 2.2.3.

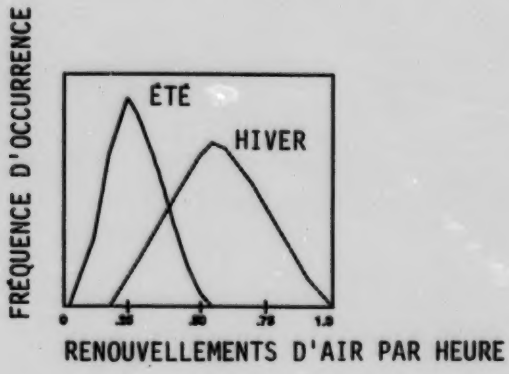
Les dimensions relatives des fissures et ouvertures déterminent l'"étanchéité" de l'enveloppe du bâtiment. Les débits de renouvellement d'air sont inférieurs en été parce qu'il y a peu d'effet de tirage et que la vitesse moyenne du vent est inférieure.

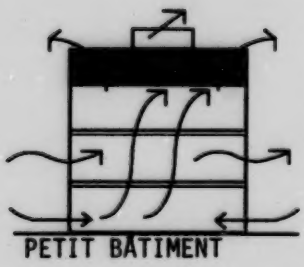
Les graphiques de la figure 2.2.3 indiquent qu'en été l'infiltration d'air se fait à un débit de renouvellement inférieur. Pendant la période estivale, la vitesse moyenne du vent est inférieure et l'effet de tirage est moins prononcé puisqu'il y a peu d'écart de température entre l'air extérieur et l'air intérieur. Les effets du vent et du tirage sur les différences de pression peuvent être exprimés comme suit:

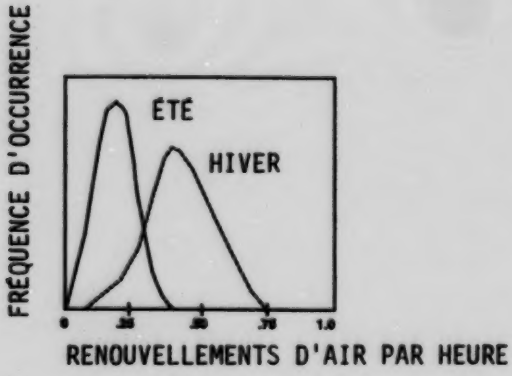
VENT	Vitesse de vent supérieure	Différence de pression supérieure
EFFET DE TIRAGE	Bâtiment plus élevé	Différence de pression supérieure
	Température ext. plus froide	Différence de pression supérieure

Les grands bâtiments ont des débits de renouvellement d'air inférieurs à ceux des petits en raison d'un rapport superficie/volume inférieur. Les grands bâtiments peuvent comporter de grandes aires où la circulation naturelle de l'air est très faible comme l'illustre la figure 2.2.4.

MAISON


FRÉQUENCE D'OCCURRENCE
ÉTÉ
HIVER
RENOUVELLEMENTS D'AIR PAR HEURE


PETIT BÂTIMENT


FRÉQUENCE D'OCCURRENCE
ÉTÉ
HIVER
RENOUVELLEMENTS D'AIR PAR HEURE

GRAND BÂTIMENT

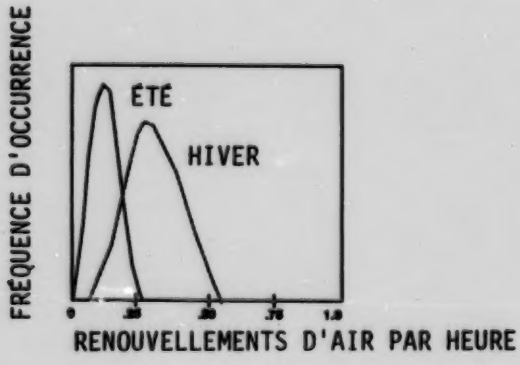

FRÉQUENCE D'OCCURRENCE
ÉTÉ
HIVER
RENOUVELLEMENTS D'AIR PAR HEURE

FIGURE 2.2.3

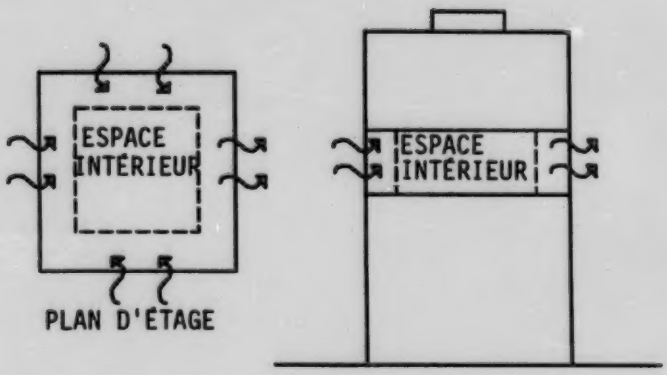


FIGURE 2.2.4

Le débit de renouvellement d'air sur le pourtour des grands bâtiments est similaire à celui des maisons.

2.3 Circulation mécanique de l'air dans les bâtiments

La circulation de l'air dans les bâtiments peut aussi être produite par des ventilateurs. Ces appareils assurent les services suivants :

1. Fournissent la ventilation
2. Évacuent les contaminants
3. Acheminent l'air de chauffage
4. Acheminent l'air de refroidissement
5. Assurent l'humidification
6. Assurent la circulation de l'air

Les ventilateurs peuvent augmenter ou diminuer les différences de pression causées par le vent et l'effet de tirage. Des ventilateurs évacuant l'air du bâtiment créent, à l'intérieur, une dépression qui aspire l'air extérieur. Les ventilateurs qui fournissent de l'air extérieur au bâtiment pressurisent ce dernier. La figure 2.3.1 illustre la dépression produite par un ventilateur d'extraction.

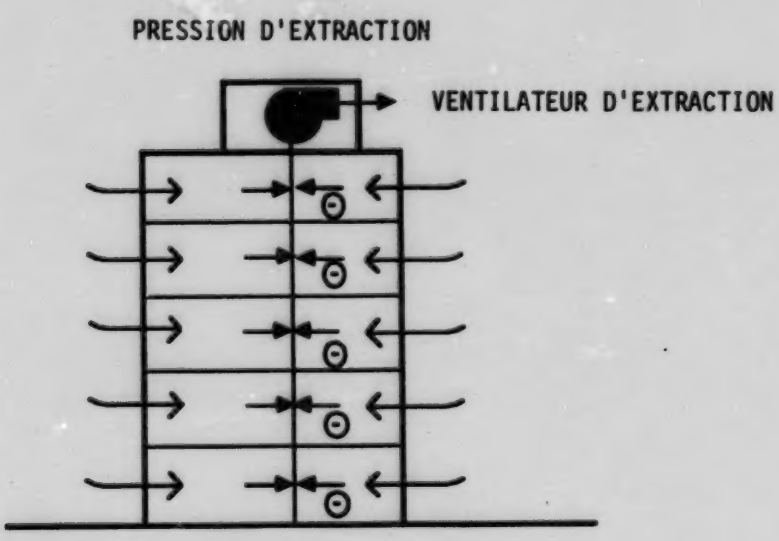


FIGURE 2.3.1

L'écoulement d'air de chaque bâtiment est déterminé par l'effet cumulatif des différences de pression produites par le vent, l'effet de tirage et les ventilateurs. La figure 2.3.2 illustre l'équilibre et l'écoulement d'air créé par l'effet de tirage et un par un gros ventilateur d'extraction. La pression positive à l'étage supérieur est compensée par la dépression causée par le ventilateur d'extraction. Le dépression à l'étage du bas est augmentée par le ventilateur d'extraction.

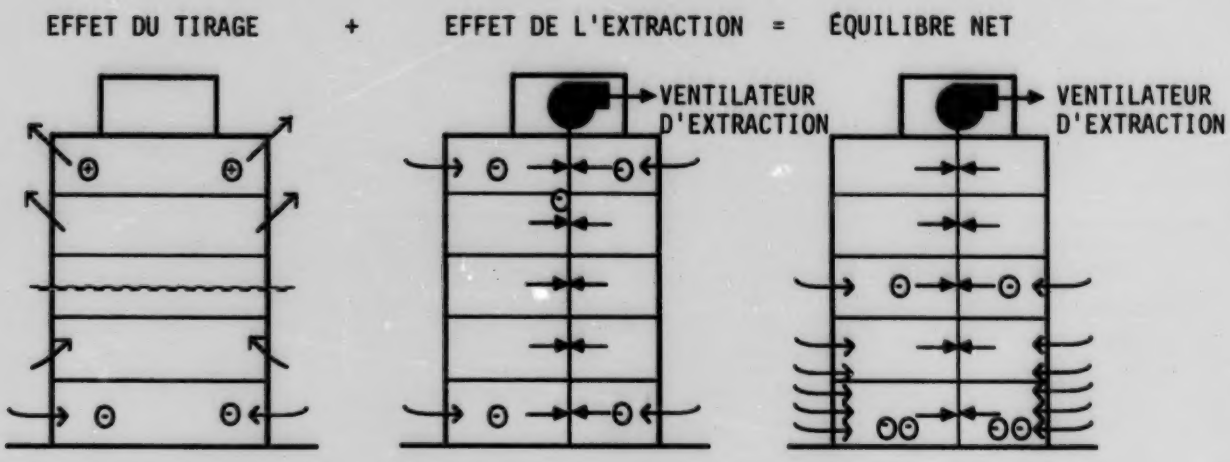


FIGURE 2.3.2

L'effet de tirage, l'effet du vent et le régime des ventilateurs sont tous variables. La combinaison de ces facteurs déterminera les taux de renouvellement d'air de chaque étage.

Les ventilateurs qui fournissent l'air au bâtiment ont aussi un effet sur les pressions à l'intérieur de ce dernier. Les ventilateurs d'alimentation peuvent fournir au bâtiment 100% d'air extérieur ou un mélange d'air extérieur et d'air ambiant (air de retour). L'air extérieur fourni par un ventilateur d'alimentation crée une pression positive dans le bâtiment.

La pression produite par le ventilateur d'alimentation s'ajoute à celle causée par le vent et par l'effet de tirage. La figure 2.3.3 illustre un ventilateur d'extraction et un ventilateur d'alimentation. Les débits d'air extérieur et d'air extrait sont généralement équilibrés de manière à pressuriser légèrement le

bâtiment. Un faible pression positive contribue à éviter les infiltrations d'air par les fissures de l'enveloppe du bâtiment.

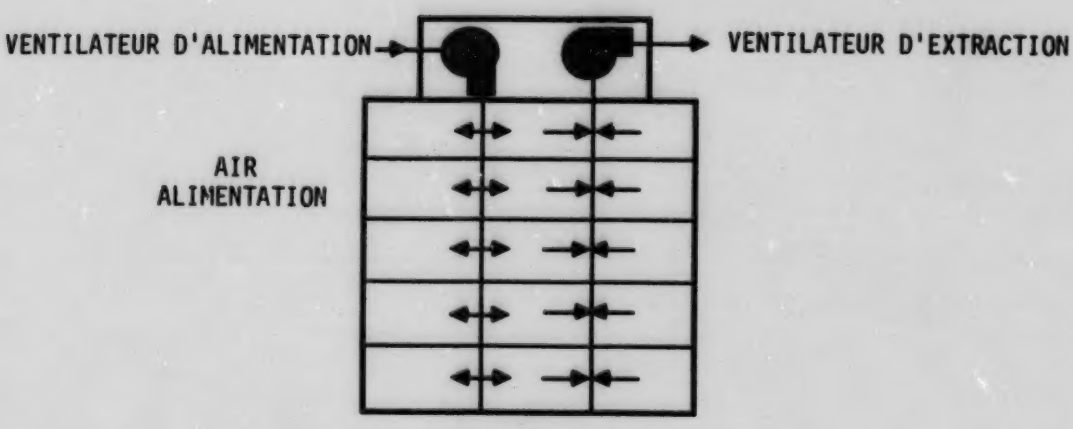


FIGURE 2.3.3

2.4 Équilibre de l'air dans les bâtiments

Il faut des ventilateurs pour assurer la ventilation, le refroidissement, l'humidification et la circulation de l'air dans les bâtiments comportant un vaste espace intérieur. Comme on l'a vu précédemment, l'espace intérieur ne connaît pas la même circulation d'air que la zone périmétrique (en pourtour). L'installation de climatisation combine souvent un ventilateur d'alimentation et un ventilateur de retour pour créer les conditions désirées de circulation d'air, de ventilation, de refroidissement et d'humidification comme l'illustre la figure 2.4.1.

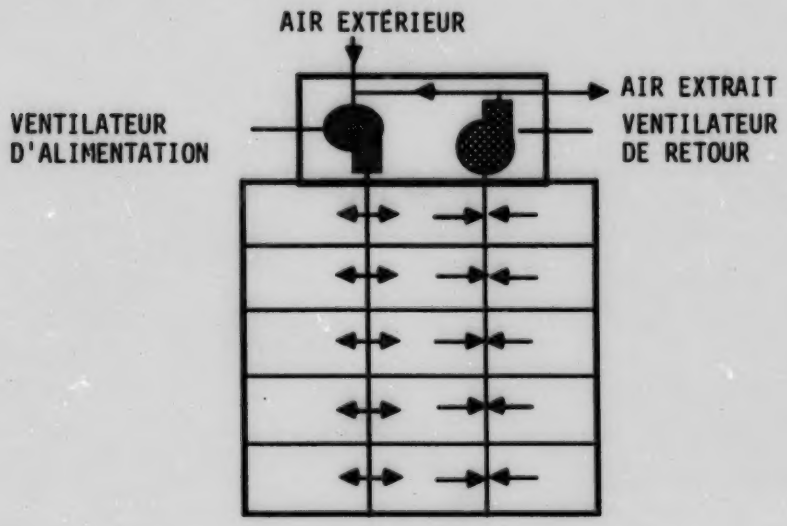


FIGURE 2.4.1

Le régulateur d'alimentation peut fournir 100% d'air recyclé (de retour) ou, par l'intermédiaire de registres de mélange modulants, peut mélanger de l'air recyclé avec de l'air extérieur. Dans la plupart des cas, le système de climatisation est réglé pour fournir au moins 10% d'air extérieur pour les besoins de la ventilation. Le débit de renouvellement par de l'air extérieur d'un bâtiment équipé de ventilateurs de CVCA est fonction de la circulation naturelle, des volumes fournis par les ventilateurs et de l'horaire de fonctionnement des ventilateurs.

Les ventilateurs d'alimentation fournissent également un débit de renouvellement d'air par l'air d'alimentation. Ce débit est le même que le débit de renouvellement par de l'air extérieur lorsque les ventilateurs d'alimentation fournissent uniquement de l'air extérieur. Le système de ventilation illustré à la figure 2.4.1 a un débit de renouvellement par alimentation de six renouvellements par heure. Le débit de renouvellement par de l'air

extérieur de ce système à recyclage varie en fonction de la proportion d'air extérieur :

% d'air extérieur	% d'air recyclé	Débit de renouvellement air extérieur	Débit de renouvellement alimentation
10%	90%	0.6	6.0
20%	80%	1.2	6.0
50%	50%	3.0	6.0
100%	0%	6.0	6.0

Dans cet exemple, le débit de renouvellement par l'air d'alimentation demeure constant puisque le ventilateur d'alimentation fournit un débit constant.

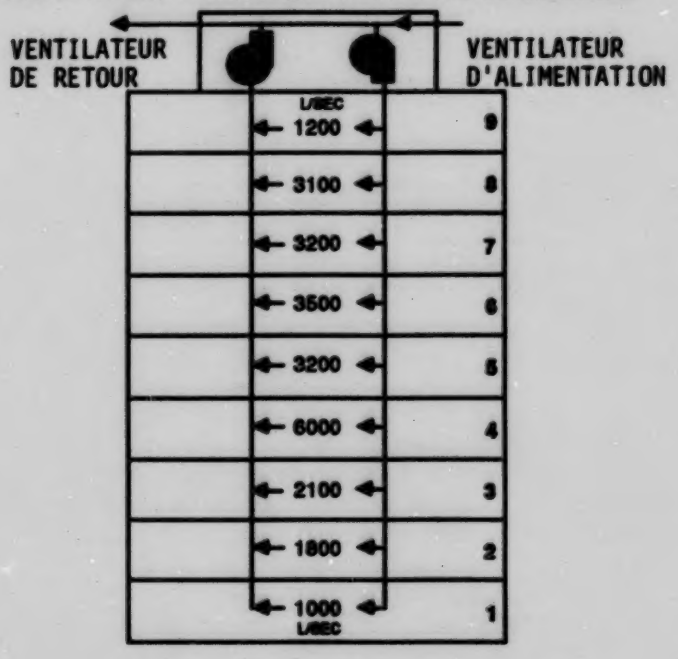
L'équilibre de l'air est un terme utilisé pour décrire l'écoulement d'air d'alimentation, d'air de ventilation et d'air extrait dans les bâtiments. L'utilité de l'équilibrage comporte deux volets :

1. Régler le débit d'air d'alimentation et d'extraction de manière à produire la dépression ou la pression positive désirée dans une aire de bâtiment.

2. Régler l'alimentation en air de manière à répondre aux charges de chauffage, de refroidissement, d'écoulement d'air, d'humidification et de ventilation des occupants et des usages.

Les systèmes de ventilateurs desservent de nombreuses aires dans un bâtiment. Ils doivent être équilibrés pour être parfaitement adaptés à l'usage et aux besoins de chaque espace. La figure 2.4.2 indique les débits d'air d'alimentation mesurés dans l'espace intérieur d'un édifice administratif de neuf étages.

DÉBITS D'AIR D'ALIMENTATION EN LITRES/SECONDE



Les débits d'air pour un espace intérieur à bureaux sont basés sur les demandes de refroidissement et de ventilation.

Les charges de ventilation et de refroidissement sur chaque étage étaient semblables dans cet immeuble à bureaux. Les débits d'air ne sont pas équilibrés pour refléter les charges de refroidissement et de ventilation. L'équilibrage du système a nécessité l'ajustement des débits sur chaque étage pour répondre à la demande de l'usage et des occupants. À la figure 2.4.2, les débits sont indiqués en litres par seconde.

L'équilibrage de l'air d'un bâtiment peut être décrit en cinq étapes :

1. Détermination des débits nécessaires pour satisfaire aux demandes de refroidissement, de chauffage, d'écoulement d'air et de ventilation de chaque espace.

2. Détermination de la pression désirée (négative, positive ou neutre) pour chaque espace.

3. Exécution d'un "relevé de l'air" pour déterminer les conditions existantes de pressurisation et de débit dans chaque espace.

4. Comparaison des conditions existantes aux demandes.

5. Réglage ou équilibrage des débits pour satisfaire aux demandes d'usage et d'occupation.

2.5 Circulation d'air

Les installations CVCA doivent maintenir une circulation d'air suffisante dans les locaux occupés pour capter et diluer les contaminants produits par les occupants, l'équipement, les matériaux de construction et l'ameublement.

La plupart des concepteurs d'installations CVCA considèrent que quatre renouvellements d'air par heure constitue un minimum.

Traditionnellement, les concepteurs de bâtiments ont calculé la circulation d'air simplement en fonction des demandes de chauffage et de refroidissement. Il en découle des débits de renouvellement d'air bien inférieurs puisque les charges de chauffage et de refroidissement dans les espaces intérieurs des bâtiments demandent beaucoup moins que quatre renouvellements d'air par heure.

Cette valeur minimale de quatre renouvellements d'air par heure n'est pas une ligne directrice généralement acceptée. Dans le cas de nombreux bâtiments, notamment les hôpitaux, on a adopté des directives très précises concernant le renouvellement d'air dans chaque type d'espace. Les salles d'opération, par exemple, nécessitent généralement 20 renouvellements d'air par heure.

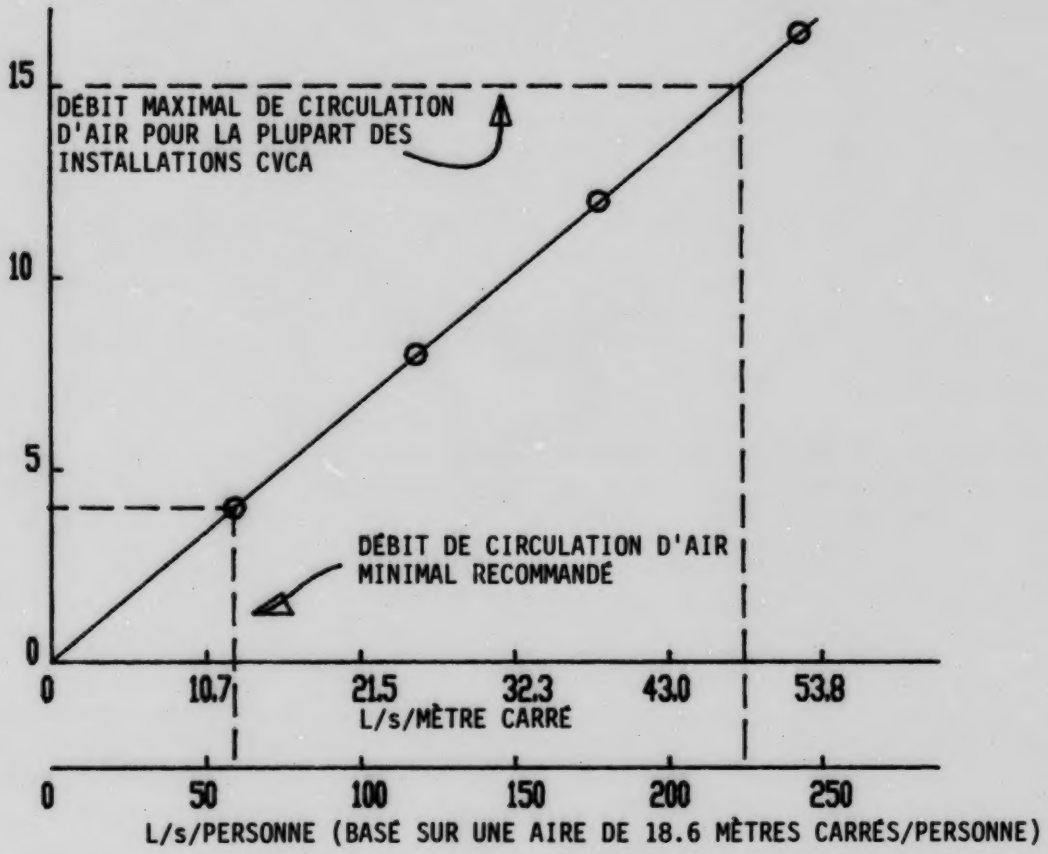
Les débits de circulation d'air sont généralement exprimés par l'une ou l'autre des trois valeurs suivantes :

débit de renouvellement par circulation d'air (renouvellements d'air par heure)

débit de circulation d'air par unité d'aire de plancher (litres/seconde/mètre carré)

débit de circulation d'air par personne (litres/seconde/personne)

La relation entre ces valeurs est décrite à la figure 2.5.1.



GRAPHIQUE DE CONVERSION RENOUVELLEMENTS D'AIR-L/s/m^2-L/s/PERSONNE

FIGURE 2.5.1

Pour la conversion des renouvellements d'air en L/s/m^2, on a supposé que le plafond était à 2.6 mètres de hauteur. La conversion en L/s/personne est basée sur une aire de 18.6 m^2/personne. La densité d'occupation est souvent bien supérieure à 18.6 m^2 par personne, mais ce rapport constitue une moyenne globale pour plusieurs catégories de bâtiments.

2.6 Ventilation

La ventilation est le processus par lequel on fournit de l'air à un espace ou on en extrait. La ventilation est assurée dans les bâtiments par la circulation naturelle et par des ventilateurs. Une ventilation est nécessaire pour remplacer l'oxygène consommé par les occupants et pour diluer les contaminants dans l'air afin de les maintenir à des niveaux acceptables.

Le remplacement de l'oxygène consommé par la respiration des occupants ne constitue pas un élément majeur dans la détermination des niveaux de ventilation. L'écart de teneur en oxygène entre l'air intérieur et l'air extérieur est minime. Le facteur déterminant les débits de ventilation est la dilution des contaminants aériens comme le gaz carbonique et la fumée de cigarette.

L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) mène des recherches sur la ventilation depuis 1930. L'unité de ventilation choisie par l'ASHRAE pour décrire les débits de ventilation est le litre/seconde/personne (pi^3/min/personne) d'air extérieur. Cette valeur peut être convertie en renouvellements d'air par heure comme on l'a vu à la section 2.5.

La figure 2.6.1. indique les débits de ventilation requis pour maintenir à un niveau acceptable les concentrations d'oxygène et de dioxyde de carbone et pour diluer les contaminants provenant de la fumée de cigarette.

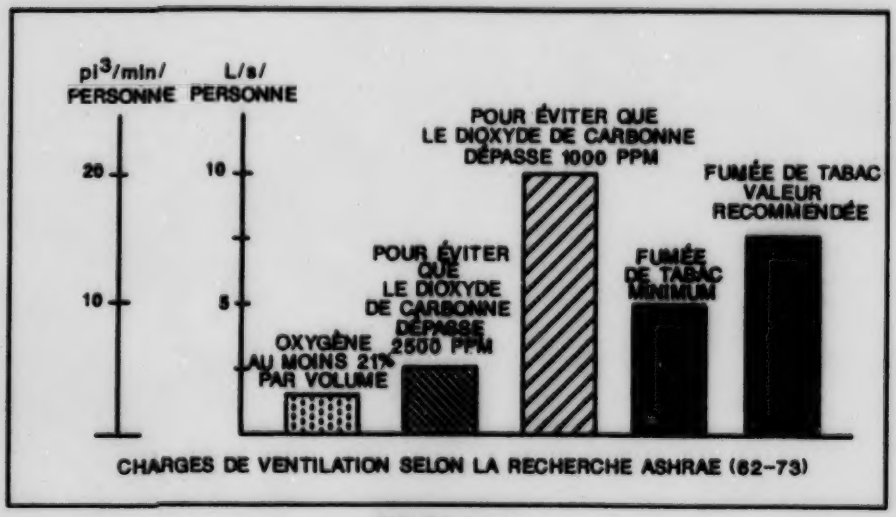


FIGURE 2.6.1

Le débit de ventilation pour la fumée de tabac était calculé à 30L/s par cigarette allumée. Puisque le rapport de fumeurs en un instant donné n'était, au mieux, qu'un estimé, l'ASHRAE a décidé de recommander les débits de ventilation suivants :

Valeur minimale - 5 L/s/personne (basée sur l'hypothèse qu'une personne sur six fumait)

Valeur recommandée - 7.5 L/s/personne (basée sur l'hypothèse plus sûre d'un fumeur par quatre personnes)

Au cours des dernières années, les critères de ventilation ont subi la concurrence de méthodes d'analyse plus perfectionnées. Des essais ont révélé jusqu'à 3 000 contaminants supplémentaires pouvant affecter la qualité de l'air intérieur.

La norme ASHRAE concernant les débits de ventilation actuellement proposée est illustrée à la figure 2.6.2. Les exigences de la norme ASHRAE 62-1981R proposée sont résumées au tableau 5.2. Les règlements et les normes sur la ventilation varient selon la province, la municipalité et le type de bâtiment. Les règlements fédéraux et provinciaux sont analysés à la section 5.0.

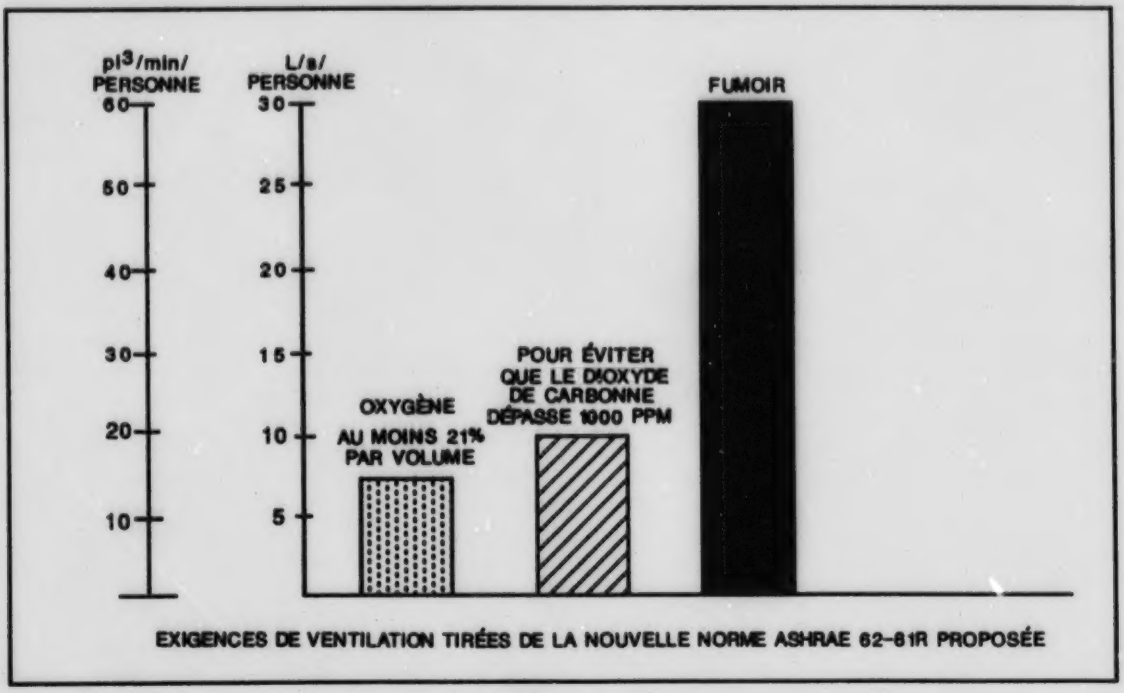


FIGURE 2.6.2

Coût de la ventilation

Le chauffage, le refroidissement, l'humidification et la déshumidification de l'air extérieur entraînent des coûts. La figure 2.6.3 indique les coûts de chauffage de l'air extérieur de ventilation pour différents coûts unitaires d'énergie et différents nombres de degrés-jours.

COÛT DE CHAUFFAGE POUR 1 L/s D'AIR EXTÉRIEUR DE VENTILATION

COÛT DE L'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE * — EMPLACEMENT DU BÂTIMENT

COÛT EN CENTS /EKWH	DEGRÉS-JOURS (TEMPÉRATURE AU-DESSOUS DE 18°C)							
	1000 $	2000 $	3000 $	4000 $	5000 $	6000 $	7000 $	8000 $
2	0.59	1.16	1.74	2.32	2.90	3.48	4.06	4.64
3	0.88	1.75	2.62	3.48	4.35	5.22	6.09	6.96
4	1.17	2.33	3.49	4.65	5.80	6.96	8.12	9.28
5	1.46	2.91	4.36	5.81	7.25	8.70	10.15	11.60
6	1.76	3.49	5.23	6.97	8.71	10.44	12.18	13.92
7	2.05	4.07	6.10	8.13	10.16	12.18	14.21	16.24
8	2.34	4.66	6.97	9.29	11.61	13.92	16.24	18.56

* LE COÛT DE L'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE EST RAJUSTÉ EN FONCTION DU RENDEMENT SAISONNIER DU COMBUSTIBLE. PAR EXEMPLE, UN COMBUSTIBLE À 4.00 $ LE GIGAJOULE ET AYANT UN RENDEMENT SAISONNIER DE 70% À 2.06 ¢ / EKWH

FIGURE 2.6.3

Les coûts de chauffage indiqués à la figure 2.6.3 sont fondés sur l'hypothèse que la consommation d'énergie est reliée au nombre de degrés-jours au-dessous de 18 degrés C. Les degrés-jours indiqués conviennent à la plupart des bâtiments commerciaux et institutionnels.

La figure 2.6.4 illustre la corrélation entre le débit de ventilation en L/s/personne et la concentration de dioxyde de carbone en ppm. Le débit de ventilation est transformé en coût d'exploitation grâce aux hypothèses suivantes :

Coût/L/s/an	**= $6.00 CAN**
Coût du combustible	**= 6.64¢/MJ**
Coût de l'électricité	**= $0.05/kWh**
Degrés-jours de chauffage	**= 3500 degrés C**
Heures équivalentes de refroidissement à pleine charge	**= 700 heures/an**

Heures d'occupation pendant lesquelles
la ventilation est en marche = 2500 h/an
Superficie globale des commerces et
institutions au Canada = 125 000 000 m^2

Le graphique ci-dessous représente le coût maximal de chauffage ou de refroidissement, d'humidification et de déshumidification de l'air de ventilation. Dans bien des cas, ce coût peut être quelque peu réduit grâce à des cycles d'économie d'énergie utilisant l'air extérieur pour diminuer l'énergie de refroidissement mécanique nécessaire. Puisque les installations CVCA sont très variées, tant du point de vue de la conception que du type de bâtiment à desservir, il est impossible de tracer un graphique pouvant représenter fidèlement toutes les situations.

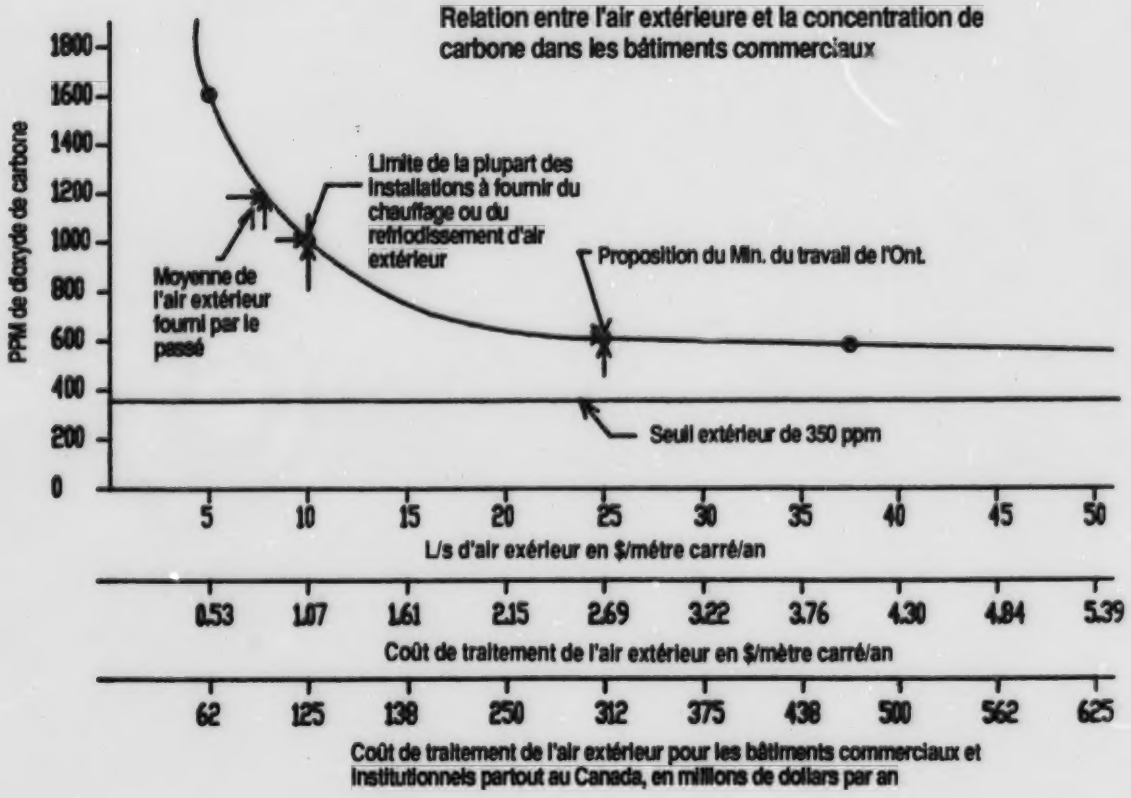


Fig. 2.6.4.

Le graphique révèle que l'écart de coût peut varier grandement selon les critères choisis pour la concentration de dioxyde de carbone.

À l'heures actuelle, on commence à discuter du bien-fondé d'opter pour un concentration de 600 ppm de dioxyde de carbone au lieu de la norme de 1 000 ppm actuellement appliquée par la plupart des législations. L'écart de coût d'énergie, à l'échelle du pays, pourrait atteindre 200 000 000 $/an.

2.7 Installations de ventilation

L'installation de ventilation ou le climatiseur dessert un certain nombre de fonctions :

1. Fournir de l'air à une pression et à une vitesse appropriées pour atteindre tous les locaux desservis.

2. Filtrer et conditionner l'air par des procédés de chauffage, de refroidissement, d'humidification et de déshumidification.

3. Mélanger une quantité mesurée d'air extérieur avec de l'air recyclé pour répondre aux besoins de ventilation.

4. Extraire l'air du bâtiment pour réduire les concentrations de contaminants ou maintenir un équilibre approprié de l'air dans chaque local.

Une installation de ventilation type peut comporter tous les composants suivants ou quelques-uns d'entre eux :

- ventilateur(s)
- filtres
- serpentins de chauffage et de refroidissement
- humidificateurs
- registres pour commander la direction d'écoulement d'air et le mélange d'air extérieur et d'air recyclé
- organes de commande pour régler la température et l'humidité de l'air.

La figure 2.7.1 illustre les composants d'une installation de ventilation type avec capacité de recyclage. Les dispositifs de commande n'y sont pas illustrés.

Les installations d'extraction sont conçues pour extraire l'air contaminé. Certains des contaminants le plus couramment extraits sont énumérés ci-dessous :

- gaz odorants (toilettes, salles de rangement, salles d'opération d'hôpitaux, laboratoires de chimie);
- fumée (salles de réunion, ateliers de soudure);
- odeurs de cuisson (cuisines);
- monoxyde de carbone (garages);
- dioxyde de carbone (bureaux, lorsque la concentration dépasse 1 000 ppm
- solvants (chambres de peinture);
- zones très humides (piscines); et
- zones très chaudes (chaufferies, locaux d'installations électriques).

Les éléments des installations d'extraction comprennent un ventilateur d'extraction, des gaines, des grilles et des hottes pour capter l'air contaminé aussi près que possible de la source. De plus, la plupart de ces installations comporte une série de commandes pour régler le fonctionnement du ventilateur et de ses accessoires, un registre motorisé par exemple.

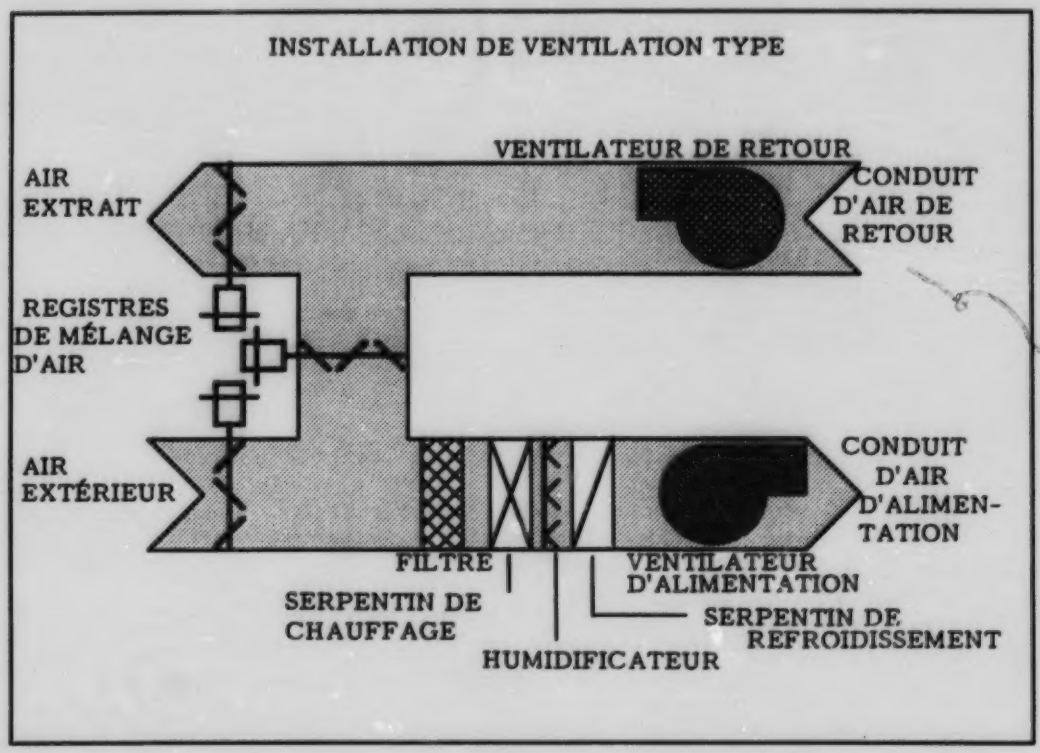


FIGURE 2.7.1

2.8 Régulation de température

Les installations de ventilation ont deux modes de régulation de température de base :

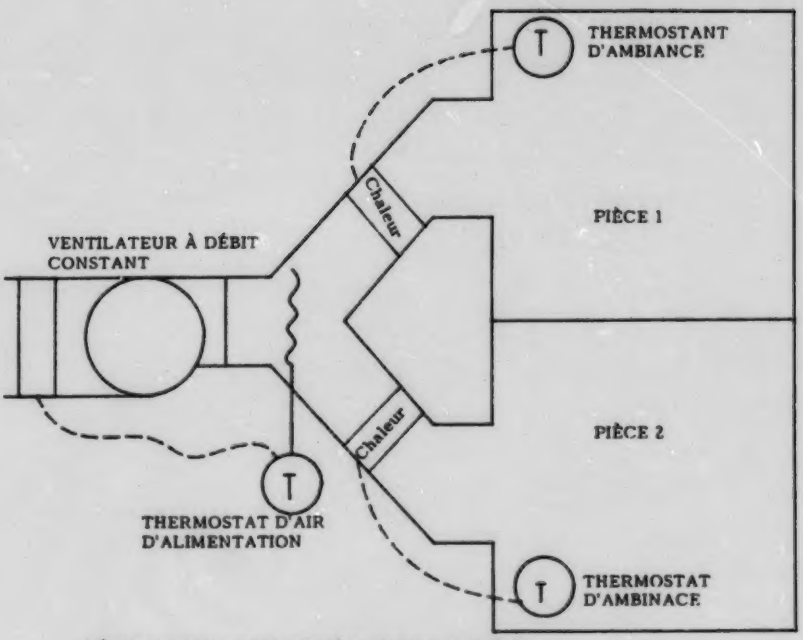
1. Débit d'air constant et température variable de l'air d'alimentation.

2. Débit variable et température constante de l'air d'alimentation.

La figure 2.8.1 illustre la régulation à débit constant et température variable et la figure 2.8.2, celle à débit variable.

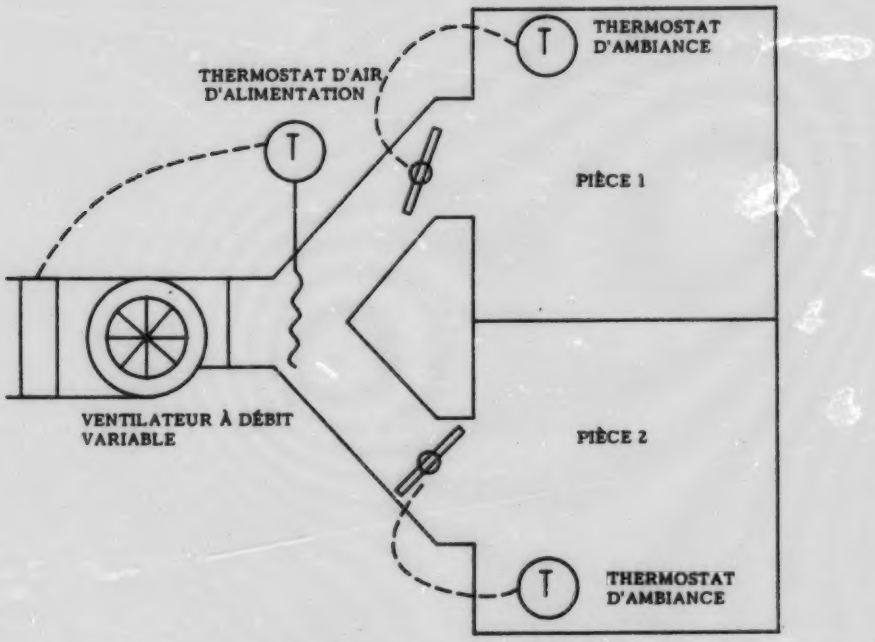
Dans les installations à débit constant, la régulation de température est assurée par réglage de la température de l'air. Ce réglage peut être effectué sur un robinet raccordé au serpentin de chauffage ou de refroidissement ou par le mélange d'air chaud et d'air frais. Le ventilateur à débit constant assure une configuration d'écoulement prévisible. Le débit de renouvellement d'air par circulation est constant. Le débit de renouvellement par l'air extérieur peut varier selon les installations d'alimentation et de retour. Les installations de ventilation à débit constant consomment plus d'énergie que ceux à débit variable.

Les installations à débit variable assurent la régulation de température par rajustements du débit. La température peut être réglée grâce à un régulateur ou registre à air sur le conduit d'air d'alimentation. Les systèmes à débit variable créent une configuration de circulation et des débits de renouvellement par circulation variables. Ces systèmes consomment moins d'énergie que ceux à débit constant.



DÉBIT CONSTANT ET TEMPÉRATURE VARIABLE

FIGURE 2.8.1



RÉGULATION DE TEMPÉRATURE AMBIANTE À DÉBIT VARIABLE

FIGURE 2.8.2

Les systèmes à débit constant sont réglés pour fournir le pourcentage minimal d'air extérieur pouvant diluer suffisamment les contaminants des locaux climatisés.

Les systèmes à débit d'air variable sont également conçus pour fournir un minimum d'air extérieur; malheureusement, cela n'est susceptible de se produire qu'à plein débit. Puisque ces systèmes ne fournissent que le débit commandé par les thermostats, ils ne fonctionnent souvent qu'à 50 ou 60% de leur plein régime. Si les locaux étaient modifiés afin de réduire l'énergie d'éclairage, l'alimentation en air diminuerait et le volume d'air extérieur baisserait proportionnellement.

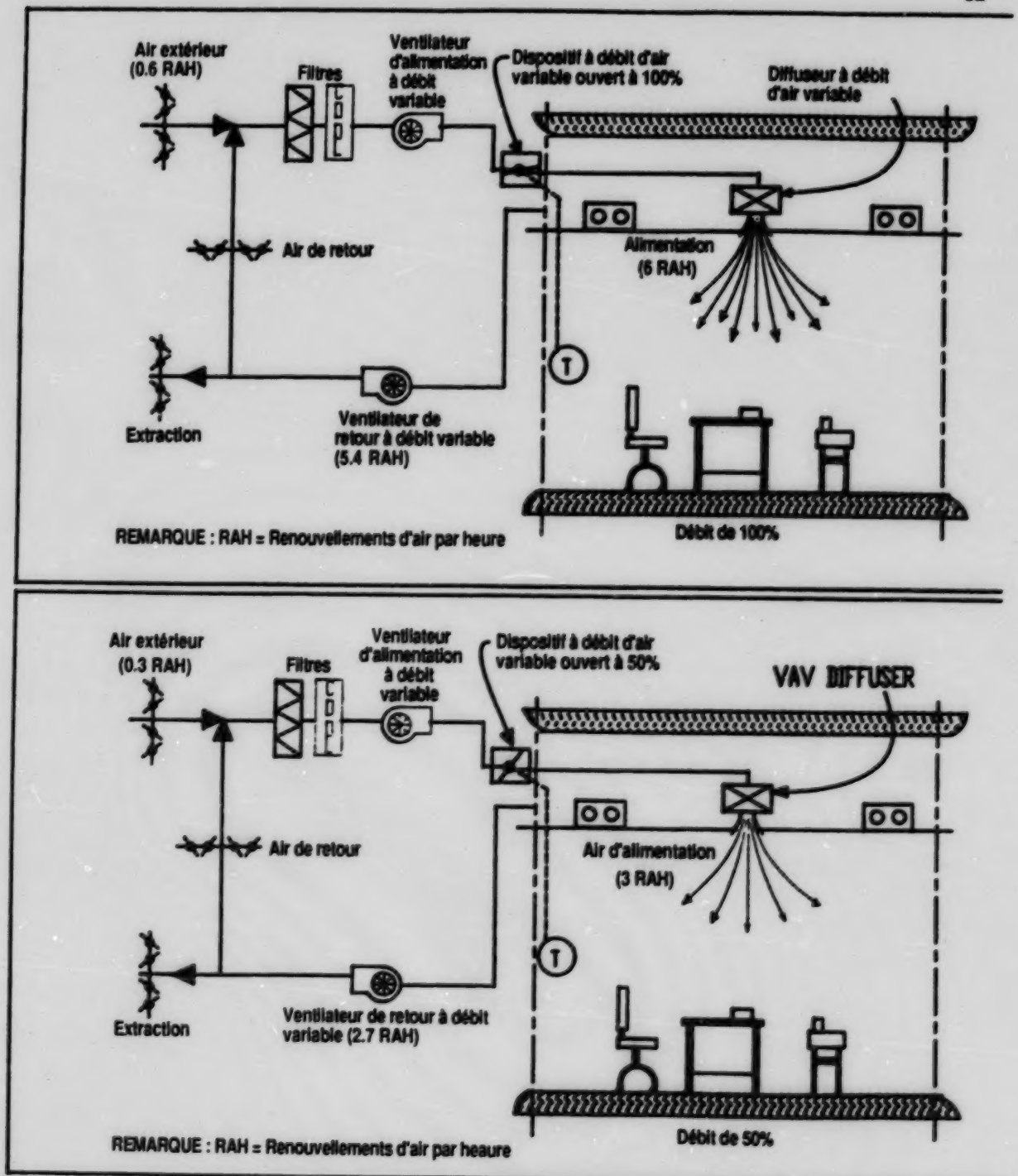
Les systèmes de ventilation à débit variable ont créé des problèmes de qualité de l'air de deux façons :

1. Les débits de renouvellement par circulation d'air peuvent descendre au-dessous de quatre renouvellements par heure.

2. Les débits de renouvellement par ventilation peuvent descendre au-dessous du débit minimal par personne.

La figure 2.8.3 indique les débits de renouvellement par circulation et par ventilation d'une installation à débit variable à pleine charge et à mi-charge.

Des solutions aux problèmes des systèmes à débit variable sont énoncées à la section 4.0 du présent manuel.



Installation à débit variable
Débits de 100% et de 50%

Figure 2.8.3

2.9 Filtration de l'air

Les installations de ventilation incorporent généralement du matériel de filtration. Les fonctions des filtres à air sont les suivantes :

1. Éliminer les contaminants dans l'air.

2. Maintenir l'efficacité des surfaces d'échange thermique (comme les serpentins de chauffage ou de refroidissement).

L'enlèvement des contaminants physiques atmosphériques et intérieurs empêche les contaminants d'encrasser le ventilateur et les échangeurs de chaleur comme les serpentins. Un manque d'entretien des filtres peut causer une accumulation excessive de poussière dans les conduits et une détérioration du rendement de l'installation.

Les trois caractéristiques de fonctionnement permettant de mesure l'efficacité de la filtration sont les suivantes :

1. Rendement de captage.

2. Résistance à l'écoulement d'air.

3. Durée de vie utile ou capacité de rétention.

Le rendement de captage est la mesure de l'efficacité du filtre à enlever les particules dans un écoulement d'air. L'essai de rendement de captage le plus répandu, celui de la norme ASHRAE 52-76, fournit un rendement basé sur la masse de "poussière synthétique standard" éliminée par le filtre. La plupart des filtres utilisés dans les installations CVCA ont un rendement d'environ 80% d'après cette méthode. D'autres méthodes d'essai pour filtres à haut rendement se basent sur le nombre des particules éliminées plutôt que sur leur masse. Le rendement de filtres pour différents diamètres de particules est indiqué à la figure 2.9.1. Les filtres dont le pourcentage de rendement est faible n'éliminent pas les plus petites particules. La figure 2.9.2 illustre les diamètres du pollen et de la fumée de tabac.

La résistance à l'écoulement d'air d'une filtre est mesurée sous la forme d'une perte de pression statique lorsqu'un débit d'air donné traverse le filtre. La plupart des installations de ventilation comportent un manomètre pour mesurer la perte de pression dans le filtre. Une perte de pression maximale est prévue pour les filtres. Les opérateurs devraient consigner les pertes de pression dans un registre et remplacer les filtres avant que la perte de pression maximale ne soit dépassée.

La durée de vie utile du filtre est définie comme le moment auquel la capacité de rétention du filtre est atteinte ou comme le moment auquel le rendement de captage est réduit en raison de la poussière accumulée.

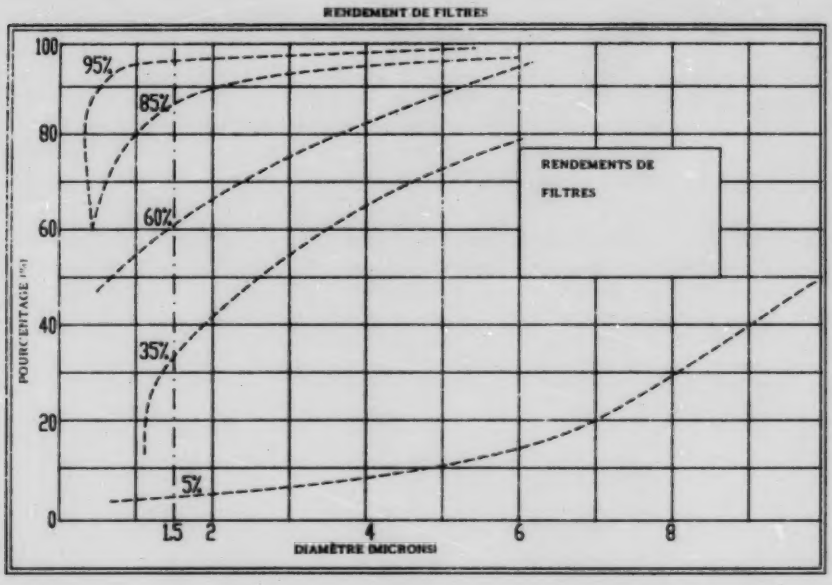


FIGURE 2.9.1

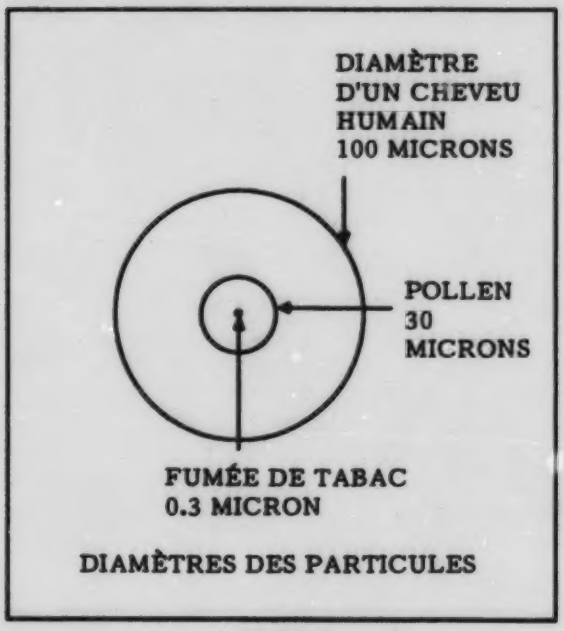


FIGURE 2.9.2

En termes pratiques, la durée de vie utile est définie comme le moment auquel la résistance à l'écoulement d'air atteint la chute de pression statique maximale de calcul des filtres.

La figure 2.9.3 indique le rendement de captage, la capacité de rétention et la plage de chutes de pression statique de calcul pour différents types de filtres.

Les types de filtres les plus courants sont les suivants :

- filtres à panneaux
- filtres à déroulement (à rouleaux)
- filtres électroniques

Les filtres doivent être choisis en fonction de leur application et être entretenus pour maintenir une bonne qualité d'air. Les critères les plus importants à respecter pour qu'une installation de filtration soit efficace sont les suivants :

1. Le filtre doit être amplement dimensionné en fonction de la quantité d'air et de poussière qu'il doit séparer. Une surcharge de 10 à 15% est considérée comme le maximum admissible. Lorsque le volume d'air est susceptible d'être augmenté éventuellement, il est recommandé d'installer un filtre plus grand.

2. Le filtre doit bien convenir aux conditions de service : degré de propreté de l'air exigé, quantité de poussière dans l'air admis, type de fonction, chute de pression admissible, températures de service et dispositifs d'entretien.

3. Le type de filtre choisi devrait être le plus économique pour l'application prévue. Il faut tenir compte non seulement du coût initial d'installation, mais aussi du rendement, de la dépréciation ainsi que du coût et de la facilité d'entretien.

Les recommandations suivantes s'appliquent aux filtres des installation de ventilation centrale :

1. Les raccordements de conduits à l'admission et à la sortie des filtres devraient changer graduellement de dimensions ou de forme pour assurer un répartition uniforme de l'air dans toute la zone desservie.

2. Un espace suffisant devrait être prévu à l'avant ou à l'arrière du filtre, ou des deux côtés, tout dépendant de son type, afin qu'il soit accessible pour l'inspection et l'entretien. Un dégagement variant de 0.5 à 1 m sera exigé selon le type de filtre choisi.

3. Des trappes d'accès de dimensions appropriées devraient être prévues pour l'entretien des filtres.

4. Toutes les trappes du côté "air propre" devraient avoir une garniture d'étanchéité pour éviter l'infiltration d'air contaminé. Tous les raccords et toutes les soudures sur les conduits de tôle du côté "air propre" devraient être aussi étanches que possible. Toute batterie de filtres doit être calfeutrée pour éviter que l'air non filtré la contourne. Cela est particulièrement important dans le cas de filtres à haut rendement.

5. Des ampoules électriques devraient être installées dans l'espace à l'avant et à l'arrière des filtres pour faciliter l'inspection.

6. Les filtres installés à proximité d'une prise d'air devraient être protégés des intempéries par des volets adéquats devant lesquels un gros grillage doit être prévu.

7. Les filtres, à l'exception des filtres électroniques, devraient comporter des indicateurs permanents pouvant signaler que la résistance à l'air du filtre atteint une valeur trop élevée ou que le filtre est épuisé, comme pour les filtres à déroulement automatique.

8. Les filtres électroniques devraient avoir un indicateur ou un système d'alarme pour indiquer que la haute tension est coupée ou courtcircuitée.

Type de milieu filtrant	Dépoussiérage par poids ASHRAE, en %	Rendement de dépoussiérage atmosphérique ASHRAE, en %	Rendement DOP MIL-STD 282	Chute de pression de calcul	Capacité de retention ASHRAE, en grammes par 1000 pi3/min (472 L/s)
Mousses à alvéoles fermées fines et fibres textiles non tissées	70-80	15-30	0	125-175 pa	180-425
Mats minces, de type papier, en fibres de verre, cellulose	80-90	20-35	0		90-180
Mats de fibres de verre-cellulose multi-couches, feutre de laine	85-90	35-50	5-10	125-175 pa	90-180
Mats de fibres de 5 à 10 pm, épaisseur de 1/4 à 1/2 po (6 à 12mm)	90-95	40-60	15-25	125-500 pa	270-540
Mats de fibres de 3 à 5pm, épaisseur de 1/4 à 1/2 po (6 à 12mm)	> 95	60-80	35-40	250-500 pa	180-450
Mats de fibres de 1 à 4 pm, mélange de diverses fibres et d'amiante	> 95	60-80	60-65	250-500 pa	180-360
Mats de fibres de 0.5 à 2 pm, (généralement en fibres de verre)	S/O	80-85	75-80		90-270
Papiers principalement en fibres de verre et d'amiante obtenus au mouillé, de <1 pm de diamètre (filtre à tres haute efficacité (HEPA))	S/O	S/O	99.95-99.99	125-250 pa	900-1080
Filtres à membranes (membranes d'acétate de cellulose, de nylon ou autre, avec orifices de 1 pm ou moins)	S/O	S/O	~100		NA
S/O : Indique que cette méthode ne s'applique à cette classe de filtres					

FIGURE 2.2.3

2.10 Humidification

L'humidification dans les bâtiments dépend de la circulation et de la température de l'air. Les phénomènes de l'humidité relative et du point de rosée doivent être bien compris pour percevoir l'effet des niveaux d'humidité sur l'air des bâtiments.

Humidité relative (H.R.)

L'air retient l'humidité sous forme de vapeur d'eau. Par exemple, l'air à 22 °C peut contenir cinq fois plus de vapeur d'eau que l'air à 0 °C. L'air entièrement saturé d'eau à une température donnée a une humidité relative de 100%. Dans l'exemple ci-dessus, de l'air à 0 °C et dont l'humidité relative est de 100% n'aurait une H.R. que de 20% s'il était chauffé à 22 °C.

Point de rosée (P.R.)

L'air dont l'humidité relative est de 100% est à son point de rosée. L'air saturé de vapeur d'eau se condense en eau ou forme une rosée s'il est refroidi. La condensation de vapeur d'eau se produit toujours lorsque la température de l'air descend au-dessous du point de rosée. Par exemple, de la condensation se formera sur les fenêtres des bâtiments si la température du verre est inférieure au point de rosée de l'air intérieur.

La ventilation a un effet sur le niveau d'humidité des bâtiments lorsque la teneur en vapeur d'eau de l'air extérieur est différent de celui de l'air ambiant. Pendant l'hiver, l'air extérieur froid contient moins d'humidité que l'air chaud de l'intérieur. La circulation naturelle et mécanique remplace l'air ambiant par de l'air extérieur plus sec. Le tableau qui suit illustre l'effet sur le niveau d'humidité en hiver lorsque de l'air extérieur à 80% d'humidité relative est chauffé à la température ambiante sans humidification.

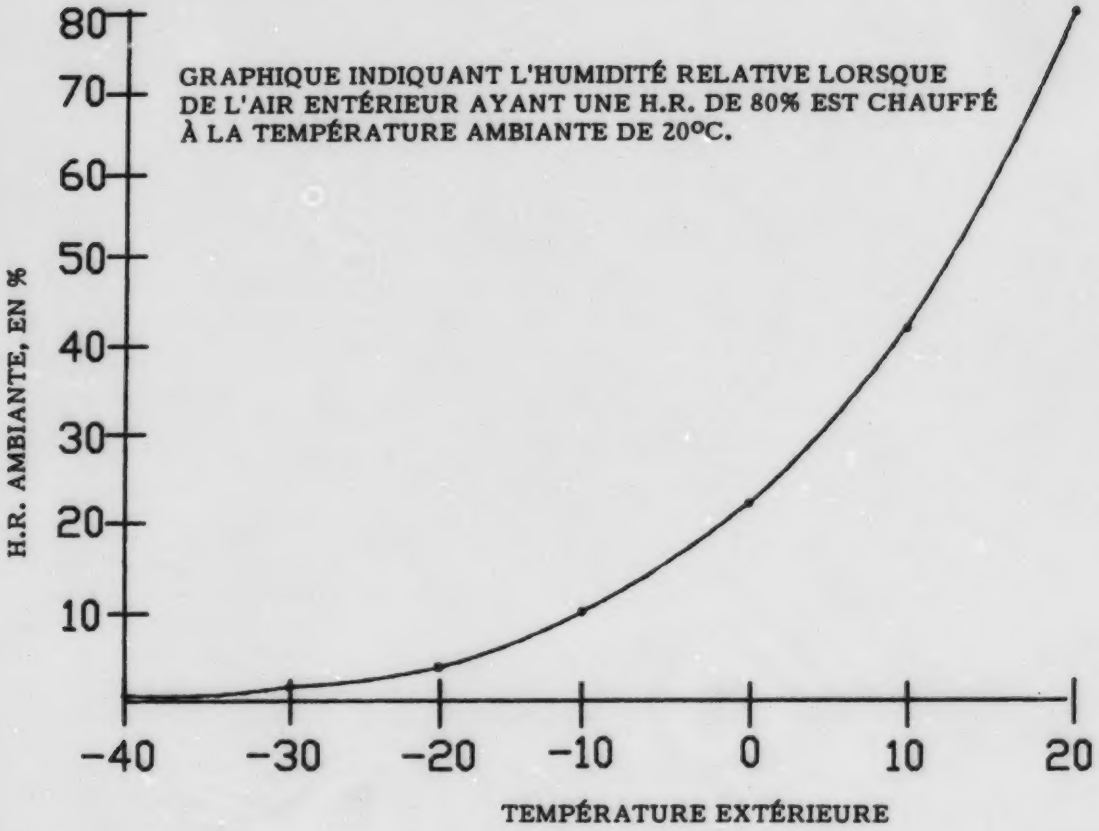


FIGURE 2.10.1

Pendant les mois d'hiver, la ventilation abaisse l'humidité relative. Certaines activités à l'intérieur du bâtiment peuvent ajouter de la vapeur d'eau :

- o Respiration des occupants
- o Exhalation des plantes
- o Fontaines
- o Lavage de matériel
- o Cafetières
- o Nettoyage de tapis
- o Lavage de vaisselle
- o Douches
- o Stériliseurs
- o Humidificateurs

L'humidité relative d'un bâtiment en fonction de l'équilibre entre les apports de vapeur d'eau à l'intérieur et la ventilation.

L'air extérieur peut avoir une teneur en eau supérieure à celle de l'air ambiant pendant l'été. Dans ce cas, les serpentins de refroidissement peuvent éliminer de l'humidité de l'air ambiant en abaissant au-dessous du point de rosée la température de l'air qui les traverse.

Les gens sont plus sensibles aux changements de température qu'aux changements d'humidité. À une température ambiante normale, l'augmentation de l'humidité relative de 30 à 70% crée la même sensation thermique que si on avait augmenté la température ambiante de 1 °C.

L'humidification des bâtiments pendant l'hiver peut être recommandable pour préserver l'ameublement ou réduire la durée de vie des bactéries ou virus dans l'air. Des recherches (Green, 1982) ont démontré que la durée de vie des bactéries et virus aériens augmente considérablement à une h.r. inférieure à 20%. Travaux publics Canada recommande une humidité relative de 30% dans les bâtiments fédéraux pendant l'hiver. Une humidité relative supérieure à 50% pourrait causer une condensation excessive sur les surfaces froides et la détérioration de l'enveloppe des bâtiments.

Références

ASHRAE Handbook 1983 Equipment, Chapter 10;
Fanger, P.O., 1970, Thermal Comfort, McGraw Hill;
Green, G.H., 1982, The Positive and Negative Effect of Building Humidification.

3.0 PARAMÈTRES DE QUALITÉ DE L'AIR

3.1 Introduction

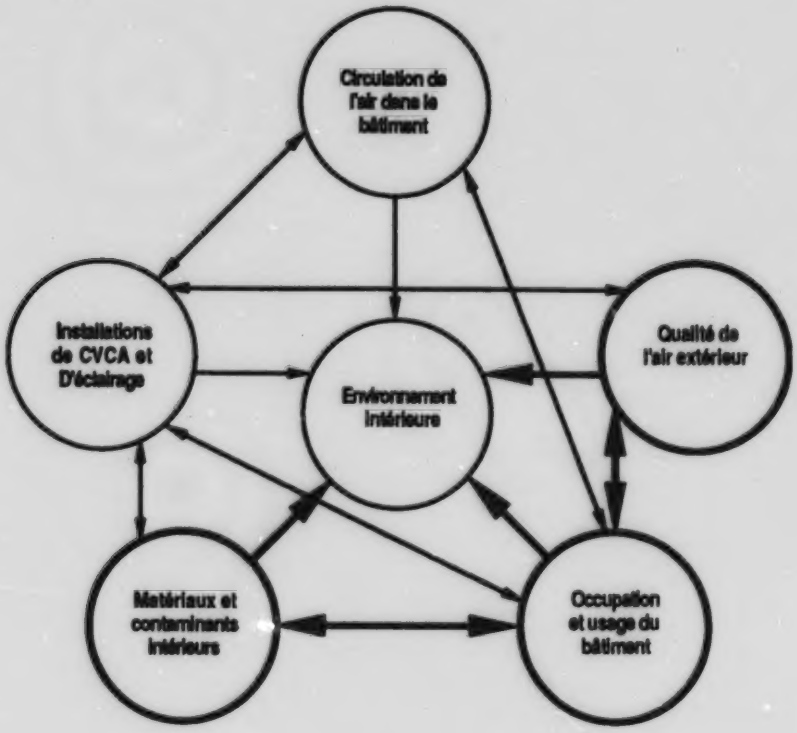


FIGURE 3.1.1

Un environnement intérieur salubre se distingue par la qualité de son air. Les principaux facteurs affectant cette qualité sont les suivants :

1. Matériaux de construction et contaminants intérieurs.
2. Occupants et usages du bâtiment.
3. Qualité de l'air extérieur.

Les paramètres de qualité de l'air sont des propriétés mesurables et contrôlables décrivant la qualité de l'air.

Ces paramètres sont les suivants :

- Confort thermique
- Contaminants physiques
- Contaminants biologiques
- Contaminants chimiques
- Bruit
- Éclairage

Le présente section traite de ces paramètres, de leurs niveaux admissibles à l'intérieur et de leurs effets sur la santé des occupants en plus de proposer une méthode de diagnostic des problèmes de qualité de l'air.

S'il y a des problèmes de qualité de l'air, le propriétaire, gestionnaire ou exploitant du bâtiment peut commencer à les circonscrire en mesurant ces paramètres et en consignant les plaintes dans un registre. Ils peuvent utiliser le questionnaire de l'annexe A comme moyen de collecte des données.

L'analyse des problèmes devrait être faite en respectant la marche à suivre de la section 4.

Les propriétaires, gestionnaires et exploitants de bâtiments devraient soigner leurs relations avec les occupants.

Considérer chaque plainte comme valable et sérieuse.

Assurer le plaignant que la santé des occupants est une priorité.

Assurer le plaignant que le problème sera analysé et réglé.

Demander au plaignant de signaler tout changement dans la situation dont il se plaint.

Dans la présente section, la méthode d'enquête est détaillée après l'analyse de chaque paramètre, qui se présente comme suit :

1. Définition du paramètre.

2. Directives concernant la valeur mesurée du paramètre.

3. Effets sur la santé (le cas échéant).

4. Mesure du paramètre.

Un questionnaire général et des instructions ainsi qu'un exemple de plan d'étage sont fournis à l'annexe A. Cette annexe contient également un formulaire où peuvent être consignées les plaintes et les données sur les paramètres.

3.2 Confort thermique

Définition

Le corps humain est une source de chaleur. Le confort thermique est atteint lorsque la chaleur corporelle est dissipée au même rythme qu'elle est produite.

Les critères du confort thermique peuvent être résumés comme suit :

- Température satisfaisante
- Humidité satisfaisante
- Circulation d'air satisfaisante
- Ventilation adéquate

La perception du confort thermique peut varier selon l'état de santé des occupants. Les niveaux et degrés de température, d'humidité, de circulation d'air et de ventilation proposés dans le présent manuel conviennent à une personne moyenne. Des modifications à ces niveaux sont nécessaires lorsque la santé des occupants n'est pas celle d'une personne moyenne. La température satisfaisante pour des personnes moyennes et en santé dans un bureau peut ne pas être la plus confortable pour des patients dans la salle d'attente d'une clinique.

La perception d'un environnement confortable dépend également de la quantité et du type d'activité de l'individu. Une personne assise et en vêtements clairs tolérerait une température plus chaude, une circulation d'air inférieure et une humidité relative supérieure à ce que supporterait une personne active dans un club de conditionnement physique.

La figure 3.2.1 illustre les paramètres de confort thermique affectant un individu.

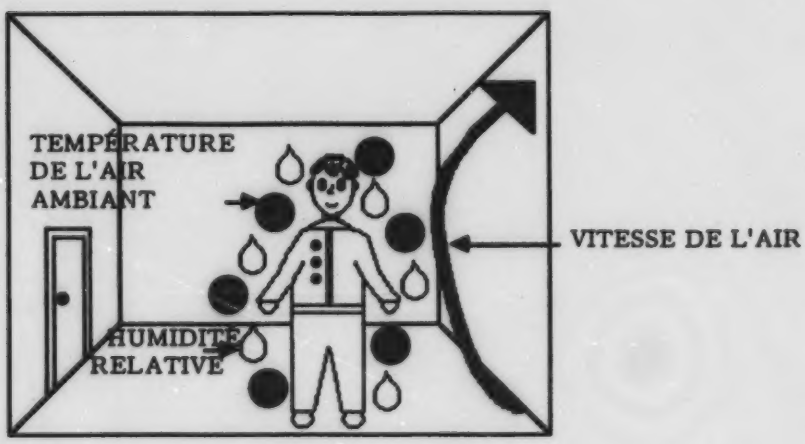


FIGURE 3.2.1

Valeurs recommandées pour le confort thermique

Les valeurs recommandées pour le confort thermique sont présentées dans l'ordre d'apparition utilisé pour les critères de confort.

Température satisfaisante :

Valeurs recommandées :

À une humidité relative de 50%, lorsque les occupants sont peu actifs ou sédentaires et qu'ils portent des vêtements clairs, les températures recommandées par l'ASHRAE sont de 24.4 °C en été et de 21.7 °C en hiver. Dans les établissements de soins, ces températures seraient réajustées selon l'activité (ou l'absence d'activité) sur les conseils des professionnels de la santé.
Remarque : Le Programme fédéral de gestion de l'énergie recommande une température de 20 °C en hiver.

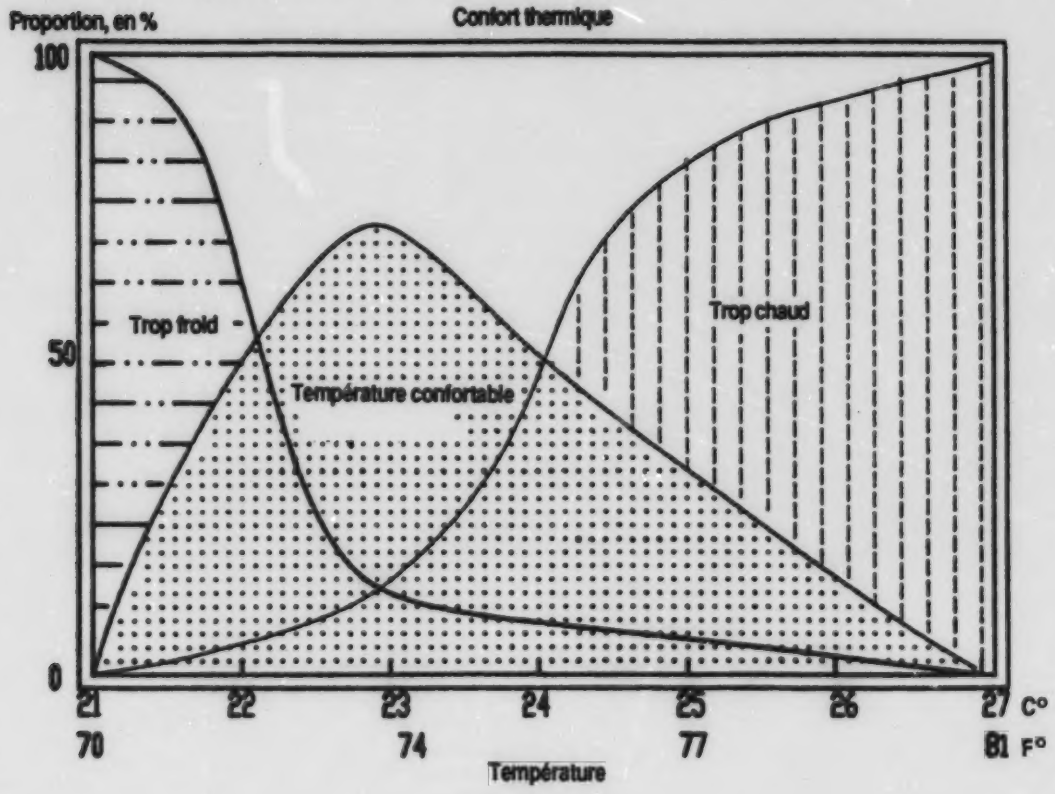


Fig. 3.2.2

La figure 3.2.2 indique comment les gens perçoivent la température intérieure d'après une étude faite par l'ASHRAE dans des édifices à bureaux.

L'air chaud monte et l'air froid descend. Ce phénomène peut créer une stratification verticale des températures si l'écoulement d'air dans le local n'est par adéquat. L'écart de température mesuré verticalement ne devrait pas dépasser 2 °C. Un écart supérieur indiquerait un problème de distribution de l'air. La température des objets environnants peut causer un inconfort s'il diffère de la température du corps par plus de 5 °C.

Méthode de mesure des températures

Si un problème relié aux températures est identifié, choisir un certain nombre d'endroits pour faire le point sur le problème.

- À chaque endroit choisi, il faut mesurer la température à trois niveaux de hauteur et en cinq points de la pièce : une mesure au centre et une sur chaque côté de la pièce. Vous obtiendrez ainsi une idée générale des températures dans la pièce. Si l'écart des températures aux différentes hauteurs est supérieur à 2 °C, il y a un problème de stratification.

Si les températures ne se situent pas à l'intérieur de la plage admissible, vérifier les points suivants :

- Y a-t-il un thermostat?
- Le thermostat fonctionne-t-il?
- Les grilles à registre ou diffuseurs sont-ils obstrués?
- Y a-t-il un écoulement d'air?
- Y a-t-il des cloisons ou des séparations du plancher au plafond?
- Y a-t-il assez de diffuseurs dans chaque pièce fermée?
- Y a-t-il des stores ou des rideaux pouvant être fermés pendant les heures ensoleillées (à l'est le matin et à l'ouest l'après-midi)?
- Les conduits d'alimentation en air sont-ils raccordés?

Humidité satisfaisante :

Valeurs recommandées :

Plage d'été : 40 à 60%. Plage d'hiver : 20 à 40%. Il s'agit là des niveaux généraux. L'usage du bâtiment peut créer des exigences particulières. Ex. : bibliothèques, salles d'ordinateurs, etc.

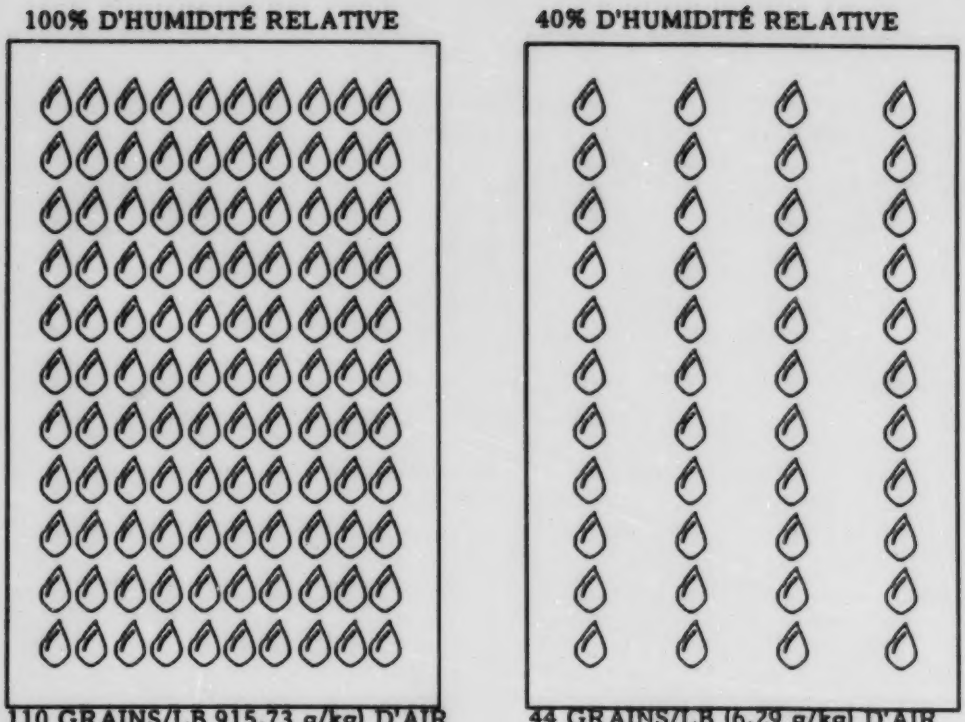


FIGURE 3.2.3

L'humidité relative est exprimée en un pourcentage de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la quantité maximale que l'air peut contenir à une température donnée comme l'illustre la figure 3.2.3.

Les matériaux de construction peuvent se détériorer s'ils sont exposés à une humidité excessive de façon continue.

Une humidité excessive ou insuffisante peut être la source de plaintes concernant la salubrité et de problèmes reliés au bâtiment. La sécheresse peut causer des chocs d'électricité statique et incommoder ceux qui portent des lentilles cornéennes.

L'étude d'un groupe de travailleurs de bureau (Breunis, 1987) a révélé que les porteurs de lentilles ressentaient un inconfort oculaire lorsque l'humidité relative était inférieure à 40%. On a également noté que les porteurs de lentilles pouvaient percevoir les changement d'humidité relative plus facilement que les autres.

Méthode de mesure de l'humidité :

Les problèmes d'humidité relative peuvent être révélés par des plaintes : aridité, moiteur, symptômes semblables à ceux d'une grippe (rhumes, etc.), irritation (de la peau, des yeux, du nez, de la gorge). Si un problème d'humidité relative est signalé :

En se fondant sur les plaintes, mesurer l'humidité relative en des endroits choisis.

Si l'humidité relative ne se situe pas dans la plage recommandée, vérifier les points suivants :

- Y a-t-il des régulateurs d'humidité?
- Y a-t-il un écoulement d'air?
- Inspecter les bacs d'humidificateurs et de condensat pour déceler tout signe de croissance.
- Vérifier le système de refroidissement.
- L'humidificateur fonctionne-t-il?
- Vérifier s'il n'y a pas des déversements d'eau, des fuites ou des taches causées par l'eau. S'il y a croissance de champignons ou d'autres matières semblables, la zone devrait être nettoyée, désinfectée et vérifiée régulièrement.
- Y a-t-il des mares d'eau stagnante près des points d'aspiration des ventilateurs ou le long du toit, près des prises d'air extérieur?
- Maintenir la vitesse de l'air dans les conduits pour empêcher la poussière de s'y déposer. La poussière déposée peut constituer un milieu de croissance pour les micro-organismes.

Circulation d'air satisfaisante :

Valeurs recommandées :

La vitesse d'air idéale (Meyer, 1983) se situe entre 0.1 et 0.25 m/s. La circulation d'air est jugée satisfaisante lorsque la vitesse se situe à l'intérieur de cette plage. Une circulation d'air se produit naturellement parce que l'air chaud monte et que l'air froid descend. Voir la figure 3.2.4.

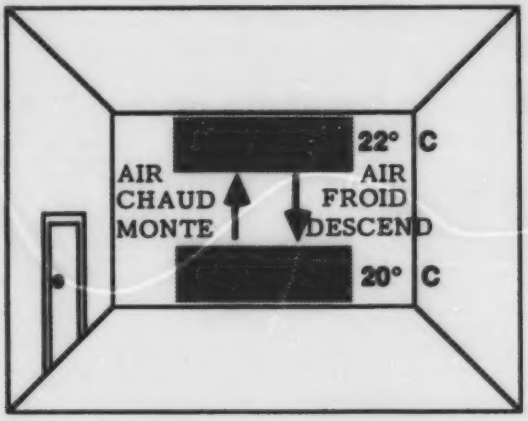


FIGURE 3.2.4

La circulation d'air peut être accrue par des ventilateurs.

Si la circulation dans un local n'est pas adéquate, il peut arriver que les occupants se plaignent du manque d'air. Une circulation excessive peut causer des courants d'air et produire des frissons. Lorsque des locaux occupés sont modifiés pour répondre à d'autres exigences, la circulation d'air dans les locaux réaménagés doit être vérifiée. Lorsque les occupants font des changements, des problèmes de circulation d'air peuvent survenir et un rééquilibrage peut s'avérer nécessaire.

La figure 3.2.5 illustre des problèmes de circulation d'air dus aux cloisons.

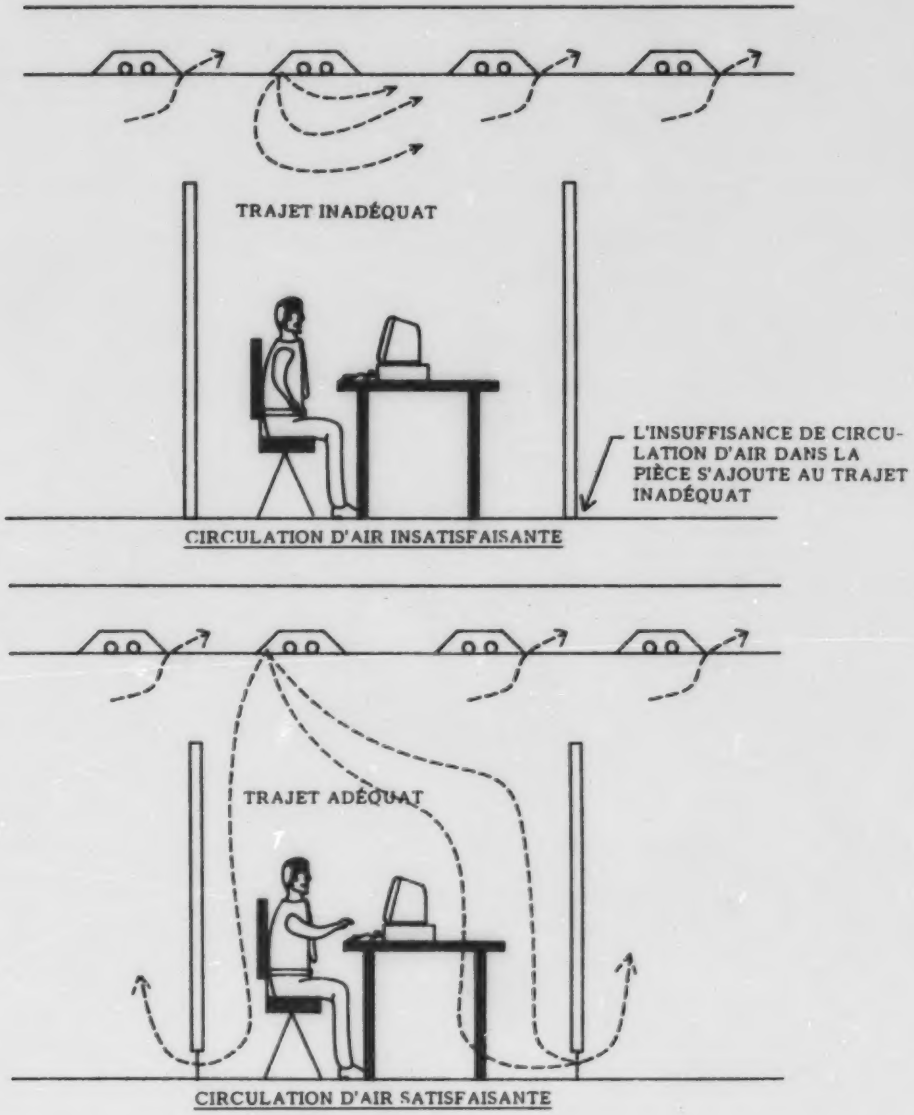


FIGURE 3.2.5

Méthode de mesure de la circulation d'air

Si les registres des plaintes ou une inspection révèle des problèmes de manque d'air ou de stagnation, de courants d'air ou d'odeurs, la distribution d'air peut être inadéquate, particulièrement si de nouvelles cloisons ont été ajoutées.

- Un crayon fumigène peut être utilisé pour visualiser la circulation d'air. Utiliser ce crayon aux endroits où l'on se plaint de la température ou de la distribution d'air.

Vérifier les points suivants :

- Les diffuseurs ont-ils besoin d'être réglés?
- Les diffuseurs ou conduits sont-ils obstrués?
- Des cloisons obstruent-elles l'écoulement d'air (elles devraient être à 5 po du sol)?
- Les conduits d'alimentation sont-ils raccordés aux diffuseurs (grilles et grilles à registre)?

Ventilation adéquate : La ventilation peut être produite par les infiltrations dues au vent et à l'effet de tirage (température) ainsi que par des moyens mécaniques. L'air de ventilation réduit par dilution les concentrations de contaminants à l'intérieur d'un bâtiment pourvu que les concentrations soient inférieures à l'extérieur.

Valeurs recommandées pour la ventilation :

Les débits de ventilation inférieurs à 10 L/s (20 pi^3/min) peuvent soulever des plaintes concernant la qualité de l'air.

Les effets de la ventilation mécanique ont été évalués en 1987 par Jakkola. Les débits de ventilation ont été variés dans différentes parties d'un édifice administratif afin d'évaluer les effets de ces variations. les chercheurs ont constaté que les symptômes reliés à la qualité de l'air ont augmenté lorsque les débits étaient réduits. Toutefois, certains facteurs psychologiques causaient également une augmentation des symptômes signalés : le climat social avait également un effet important sur la sensation de bien-être physique des occupants.

Les débits de ventilation recommandés par l'ASHRAE sont fournis à la section 5.0. Toutefois, il faut signaler que ces débits doivent être modifiés en fonction d'un certain nombre de facteurs :

- Emplacement géographique
- Type de bâtiment (hôpital, école, bureau, etc.)
- Type d'activités dans les locaux
- Heure du jour
- Horaire d'occupation

Les débits de ventilation doivent suffire à la demande des occupants, des activités et des procédés dans les locaux.

Méthode de mesure des débits de ventilation :

La mesure des débits de ventilation fournit un aperçu de la quantité d'air déplacé par minute ou par seconde. Les unités de mesure sont les L/s (pi^3/min). Ils peuvent être mesurés à l'installation centrale de ventilation ou dans les conduits menant aux pièces analysées. L'aide d'experts en CVCA est nécessaire pour ces mesures et pour toute mesure corrective à apporter.

L'odeur n'est pas un paramètre de confort thermique; toutefois, il en question dans la présente section parce que la recherche d'une source d'odeurs peut aider à identifier d'autres problèmes.

Élimination des odeurs : La perception des odeurs est un processus chimique qui varie d'un individu à un autre. Elle est difficile à quantifier. Il existe un certain nombre de produits chimiques et composés dans l'air. Les caractéristiques individuelles de ceux-ci sont connues des chimistes. Toutefois, l'effet combiné ou synergique des composés est inconnue. On croit qu'il pourrait être une des causes du syndrome des édifices à bureaux.

Méthode de mesure des odeurs

Une nouvelle unité de mesure, l'"olf" a été créée (Fanger, 1987) pour quantifier l'air stagnant, insuffisant et inacceptable. Elle utilise les bioeffluents d'une personne sédentaire comme valeur unitaire et le nez comme détecteur. Bien qu'il n'existe aucune norme à ce sujet, les odeurs peuvent être utilisées pour déceler d'autres problèmes : surchauffe de moteurs électriques, concentration excessive d'ozone dans des filtres électroniques, ou combinaison de produits et composés chimiques dans l'air.

En cas de plaintes concernant des odeurs, vérifier les points suivants :

- Inspecter l'endroit exact où les odeurs sont localisées.
- Inspecter les bacs d'humidificateurs pour déceler tout signe de croissance bactérienne.
- Où les prises d'air frais se trouvent-elles? (Elles ne devraient pas être à proximité ni sous le vent des bouches d'évacuation.)
- Inspecter les serpentins de chauffage et de refroidissement.
- Les filtres sont-ils colmatés?
- S'assurer qu'il n'y pas de moisissure sous les tapis ni sous le papier-tenture.
- S'assurer qu'il n'y a pas de liquides ni de produits chimiques de nettoyage.
- Les tapis ont-ils été shampooinés? Vérifier la concentration de shampooing.

3.3 Contaminants physiques

Définition

Les contaminants physiques sont des particules d'origine non-biologique. Ces particules, comme la poussière, la fumée et les solides et liquides inorganiques sont dispersés dans l'air. Les particules très fines peuvent rester très longtemps en suspension dans l'air. Elles peuvent absorber de l'eau ou s'agglutiner en noyaux pour former des particules plus grosses et plus lourdes, qui retombent au sol. (L'adsorption désigne l'adhérence d'une mince pellicule de vapeur d'eau sur les particules.)

L'une des sources de particules à l'intérieur peut être la poussière de nature inorganique soufflée par le vent et pénétrant par les points d'infiltration et les prises d'air frais. La fumée de tabac, la poussière des tapis, celle traînée à l'intérieur par les occupants ainsi que les tissus et l'ameublement des bâtiments sont d'autres sources de particules. Les particules de poussière se déposent à des rythmes différents selon leur diamètre, leur forme et leur vitesse terminale. Ces particules peuvent être remises en suspension dans l'air si elles sont dérangées.

Particules	Sources
Poussière	Air extérieur, saleté traînée sous les souliers, remise en suspension de la poussière déposée sur les meubles rembourrés et les tapis
Métaux	Matériaux de construction, fumée de tabac, air extérieur
Particules de bois	Matériaux de construction ou de bricolage
Fumée	Tabac, feu

Pour plus de détails sur les particules et leurs sources, consulter les tableaux de l'annexe B.

Valeurs recommandées pour les contaminants physiques :

La concentration maximale admissible de particules en suspension est de 0.15 ug/m^3.

Effets sur la santé : Les particules dont le diamètre se situe entre 0.1 et 1.5 um peuvent pénétrer dans le système respiratoire. Elles peuvent se loger dans les poumons ou être évacuées avec le mucus.

Des niveaux excessifs de particules peuvent causer des réactions allergiques chez les occupants. Une filtration efficace et un entretien régulier des filtres et des conduits réduisent les concentrations de particules. Le calendrier d'entretien des filtres et conduits doit être basé sur l'emplacement géographique, sur l'élévations des prises d'air extérieur et sur les activités des occupants. Le remplacement des filtres peut être moins fréquent dans les régions rurales que dans les villes. La volume de circulation des occupants et la consommation de tabac (dans les bars et salles de réunion, par exemple) ont un effet sur la vitesse de colmatage des filtres et sur les calendriers d'entretien. Des épurateurs d'air locaux peuvent être utilisés dans les zones pour fumeurs. L'un des rapports sur les épurateurs d'air (Olander, 1987) traite de l'évaluation de l'efficacité de captage des fumées et gaz de tabac par ces appareils. Les résultats démontrent que les filtres électrostatiques ont le désavantage d'émettre des contaminants lorsque l'air n'en contient pas. Les solutions offertes consistent à arrêter le filtre lorsqu'il n'y a pas de fumée ou à remplacer le matériau de captage des gaz fréquemment.

Les particules de plus de 1.5 um se déposent rapidement et n'atteignent pas le nez ni la bouche. Par contre, les particules plus petites peuvent atteindre les poumons.

Méthode de mesure des contaminants physiques :

Lorsque des plaintes concernant la poussière ou des allergies coincident avec des travaux de construction ou l'arrivée de nouveaux éléments d'ameublement, la quantité de particules en suspension dans l'air est probablement excessive.

- Grâce à un pulvérimètre (compteur de particules), on peut prendre des mesures de la concentration de poussière dans les locaux faisant l'objet de plaintes.

Les vérifications suivantes peuvent être faites :

- Les filtres sont-ils en bon état ou doivent-ils être remplacés?
- Les conduits d'air sont-ils propres?
- Y a-t-il des fumeurs?
- Y a-t-il des épurateurs d'air?

3.4 Contaminants biologiques

Définition

Le terme "bioaérosols" est utilisé pour décrire les particules aériennes d'origine biologique, ce qui inclut :

- Champignons
- Moisissures
- Bactéries
- Virus

Les concentrations de contaminants biologiques sont mesurées en unités formant colonie (UFC). Des échantillons d'air prélevés sur des plaques préparées par procédé chimique sont laissés en incubation à la température ambiante pendant sept jours. Les contaminants biologiques croissent en colonies sur ces plaques. La concentration des unités formant colonie constitue un mesure de ces contaminants. Les bioaérosols, micro-organismes ou contaminants biologiques sont classés dans les catégories suivantes :

Allergènes : Agents causant des allergies (acariens de la poussière, pollen, champignons, etc.)

Pathogènes : Bactéries et virus (Legionella pneumophila, rubéole, etc.)

Il n'existe aucune méthode de mesure des bioaérosols. L'échantillonnage et les tests font appel à des plaques préparées en laboratoire et à des méthodes d'incubation de ces plaques.

Les sources potentielles de polluants biologiques sont les suivantes :

- Installations CVCA : - bacs d'égouttement de climatiseurs
  - filtres
  - serpentins humides
  - humidificateurs
  - tours de refroidissement
- Organismes infectés: - humains
  - animaux
  - plantes
- Air extérieur : - herbe à poux, autres pollens et spores

Les spores de pollen se fraient un chemin à l'intérieur par les infiltrations et les filtres à faible capacité de rétention. Dans ce dernier cas, les méthodes d'entretien sont à blâmer.

Valeurs recommandées pour les contaminants biologiques :

Toute concentration supérieure à 1 000 UFC indique un problème.

Effets sur la santé des contaminants physiques :

Champignons : Les spores fongiques pénètrent dans les bâtiments par infiltration et par les prises d'air frais équipées de filtres inadéquats. À des températures comprises entre 20 et 50 °C, elles peuvent croître et demeurer dans leur environnement. Elles peuvent causer des réactions allergiques chez les occupants. La filtration peut réduire la concentration de spores, mais une analyse peut mettre en évidence la nécessité d'une filtration spéciale.

Les champignons aériens causent, chez les patients dont le système immunitaire est déficient, des infections extrêmement difficiles à éradiquer. Il est possible, dans un hôpital neuf (Streifel, 1987), de rendre le bâtiment étanche, d'installer des filtres à haut rendement et une circulation d'air contrôlée et, en isolant les patients très vulnérables, de limiter efficacement les champignons en suspension dans l'air.

Moisissures : On peut en retrouver à l'intérieur en raison de taux d'humidité excessive. Le nettoyage avec un solution douce blanchissante peut résoudre le problème et toute croissance ultérieure peut être évitée par un bon entretien des installations d'humidification et par le maintien de taux d'humidité adéquats. Le mauvais fonctionnement des installations CVCA peut en être une autre cause. Dans ce cas, des experts en CVCA doivent être consultés.

Bactéries : Également appelées organismes viables, les bactéries peuvent causer le déclenchement de maladies comme la légionellose, la fièvre de Pontiac ou la maladie des humidificateurs. Les sources de ces bactéries sont les humidificateurs, les installations de ventilation et les tours de refroidissement. Des biocides, un purificateur à ions ou de l'ozone peuvent être utilisés pour nettoyer ces installations. Le nettoyage devrait être fait lorsque les installations ne sont pas en marche. Les tours de refroidissement ne devraient pas se trouver à proximité de prises d'air frais. L'effluent de tours de refroidissement aspiré par des prises d'air frais peut constituer une source de bactéries qui peuvent ensuite circuler dans le système de ventilation. Les services d'experts-conseils peuvent être nécessaires s'il faut déplacer des prises d'air.

Virus : Les maladies infectieuses peuvent se propager par les éternuements et la toux des personnes infectées. Dans ces cas, des gouttelettes s'évaporent pour former des bioaérosols dont le diamètre est inférieur à 3 um et qui ne déposent pas. Ils

demeurent donc en suspension dans l'air. Les infections les plus courantes sont les rhumes, l'influenza, etc. Il revient aux occupants d'éviter la propagation de ces organismes.

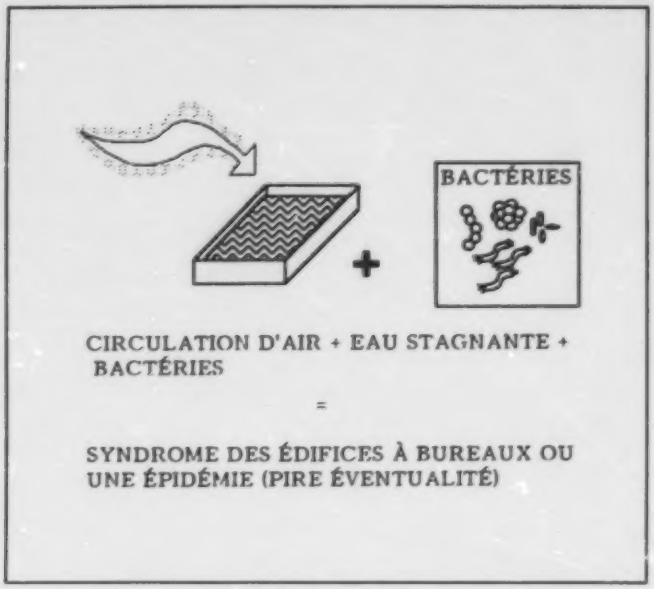


FIGURE 3.4.1

Méthode de mesure des contaminants biologiques :

Des plaintes signalant des rhumes, des grippes, des odeurs de moisi ou autres peuvent indiquer la présence de contaminants biologiques.

- La mesure des contaminants biologiques nécessite l'emploi de plaques spécialement préparées et l'aide d'experts.

- Dans les cas où la maladie est très répandue (maladie des humidificateurs et légionellose par exemple), il se peut que le bâtiment doive être fermé jusqu'à ce que le problème ait été résolu par les experts.

Si les plaintes laissent croire qu'il s'agit d'un problème de contaminants biologiques, vérifier les éléments suivants et nettoyer les zones affectées :

- Y a-t-il une régulation de l'humidité?
- Examiner les bacs d'humidificateurs et de condensat pour déceler tout signe de micro-organismes.
- Vérifier le système de refroidissement.
- L'humidificateur fonctionne-t-il?
- Vérifier s'il n'y pas des déversement, des fuites ou des taches d'eau. S'il y a croissance de champignons ou d'autres organismes, un nettoyage ou un entretien est nécessaire.

- Y a-t-il des flaques d'eau stagnante à proximité du côté aspiration des ventilateurs?
- La vitesse de l'air dans les conduits doit être maintenue afin d'empêcher la poussière de se déposer et de permettre la croissance de contaminants biologiques.

3.5 Contaminants chimiques

Définition

Certains contaminants chimiques existent à l'état naturel dans l'air extérieur à de faibles concentrations et pénètrent dans les bâtiments avec l'air neuf.

L'air intérieur contient un certain nombre de produits chimiques provenant des activités, des procédés, des matériaux de construction, de l'ameublement, de l'air extérieur, de l'alimentation en eau ou du sol environnant.

Toutes ces sources émettent des gaz, des vapeurs ou des particules. Lorsque les concentrations de ces produits augmentent, les mesures suivantes doivent être prises :

S'assurer que :

- L'installation de ventilation mécanique fournit un déplacement d'air suffisant et un bon appoint d'air neuf et d'air recyclé pour diluer l'air intérieur.

- Les installations d'extraction débarrassent l'air intérieur d'une partie de ces contaminants.

- Le système de filtration capte les contaminants et l'empêche de pénétrer dans l'air d'alimentation.

Les sources peuvent être divisées en quatre catégories :

1. Produits commerciaux et de consommation
2. Sources à l'intérieur du bâtiment
3. Sources extérieures
4. Matériel et fournitures

Certains produits chevauchent deux catégories et peuvent être mis de côté pour simplifier les choses.

Catégorie	Produit
1.Produits commerciaux ou de consommation	Nettoyeurs/cires Peintures/fournitures Pesticides Adhésifs Cosmétiques et produits de soins personnels Produits pour l'automobile Produits pour passe-temps Papiers et imprimés Vêtements Fournitures Fumée de tabac D'origine animale ou humaine
2.Du bâtiment	Matériaux de construction Adhésifs Peinture et fournitures Installations CVCA Garages Appareillage électrique et transformateurs Appareils à combustion
3.Sources extérieures	Air extérieur Sols et roches Eau potable Eau souterraine contaminée
4.Matériel et fournitures	Matériel de bureau Fournitures d'art Produits chimiques pour laboratoires

Une liste complète des produits chimiques qu'on retrouve à l'intérieur est fournie à l'annexe B-2.

Dans la présente section, il sera question des produits chimiques suivants (de leurs concentrations et de leurs effets sur la santé) :

- Monoxyde de carbone (CO)
- Dioxyde de carbone (CO_2)
- Ozone (O_3)
- Composés organiques volatiles (l'expression désigne un grand nombre de vapeurs organiques)
- Oxydes d'azote

Monoxyde de carbone (CO) : Gaz inodore produit par une combustion incomplète. Présent dans la fumée de tabac, l'échappement des véhicules et la fumée des appareils de combustion mal ventilés.

Valeurs recommandées pour le monoxyde de carbone :

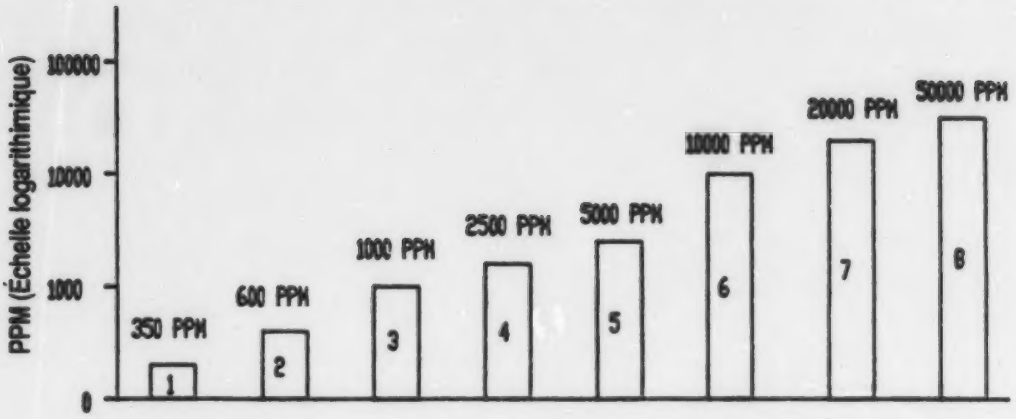
Le seuil limite pour le CO est de 35 ppm. Une concentration supérieure est dangereuse pour les personnes souffrant de troubles cardio-vasculaires.

Effets sur la santé : Il s'agit d'un simple asphyxiant qui peut nuire au fonctionnement du coeur et affecter la composition du sang. L'exposition au CO peut causer une accélération du pouls, une insuffisance d'oxygène dans le sang, un flux coronarien anormal et une neurotoxicité.

La concentration de monoxyde de carbone peut être limitée grâce à une ventilation adéquate des zones d'émission possible et par un bon entretien du matériel de combustion.

Dioxyde de carbone (CO_2) : Gaz inodore et incolore existant dans l'environnement extérieur. C'est un sous-produit de toute combustion. La respiration humaine est une source de CO_2 (et de nombreux autres produits chimiques) dans l'environnement intérieur. Il n'est pas dangereux pour les occupants tant que sa concentration ne dépasse pas son seuil de tolérance. C'est un bon indicateur de l'efficacité des installations CVCA. Avec une ventilation adéquate fournissant un appoint suffisant d'air neuf et d'air recyclé, la concentration de CO_2 peut être maintenue sous la limite de tolérance.

Valeurs guides pour le dioxyde de carbone :



Valeurs limites de dioxyde de carbone

FIGURE 3.5.1

Notes explicatives :

1. 350 ppm - concentration de CO_2 dans l'air extérieur.
2. 600 ppm - concentration de CO_2 au-dessus de laquelle le ministère du Travail de l'Ontario croit qu'il y a certains dangers.
3. 1 000 ppm - concentration de CO_2 considérée comme la valeur maximale recommandée par le ministère du Travail de l'Ontario; toutefois, cette valeur est encore à l'étude par l'ASHRAE.
4. 2 500 ppm - concentration de CO_2 considérée comme un maximum par l'ASHRAE avant 1981.
5. 5 000 ppm - concentration de CO_2 admise comme maximum dans l'Ontario Safety Code.
6. 10 000 ppm - concentration de CO_2 admise dans les sous-marins britanniques.
7. 20 000 ppm - concentration de CO_2 maximale admise pour les astronautes.
8. 50 000 ppm - concentration de CO_2 qui rendrait la plupart des gens malades en moins de trois heures.

Effets sur la santé : Une exposition intense peut causer une hyperventilation, des maux de tête, des étourdissements, un souffle court et de la somnolence.

Ozone (O_3) : Gaz inerte courant dans l'air extérieur.

À de faibles concentrations, il peut être utilisé comme désodorisant car il débarrasse très efficacement l'air des odeurs. Il peut également servir d'agent de nettoyage pour l'eau.

Les sources d'ozone dans l'air intérieur sont les suivantes :

- Photocopieurs
- Appareillage et transformateurs électriques (défectueux, bornes formant des arcs)
- Certains atomiseurs
- Ozoniseurs
- Épurateurs d'air

Valeurs recommandées pour l'ozone :

Limite de tolérance de 0.1 ppm ou 100 um/m3. Le seuil de perception par un odorat moyen est de 0.05 ppm. Poison à 1.0 ppm.

Effets sur la santé : Si la concentration dépasse la limite de tolérance, il peut causer une irritation des poumons. L'exposition peut causer des infections du système respiratoire en inhibant les mécanismes de dégagement des poumons.

Chez des animaux, on a découvert que l'ozone pouvait causer des malformations chromosomiques et osseuses. Des animaux soumis à des expositions prolongées ont souffert de bronchite chronique et de fibrose.

Composés organiques volatiles : Les vapeurs et gaz qui contaminent l'air intérieur sont collectivement appelés COV. Ceux-ci sont émis par un certain nombre de sources intérieures. Les COV sont subdivisés en catégories qui comprennent les sources suivantes :

Catégorie	Sources de COV :
Hydrocarbures aromatiques	Nettoyeurs ou cires
Hydrocarbures aliphatiques	Fournitures de peinture
Hydrocarbures halogénés	Pesticides
Aldéhydes	Adhésifs
Alcools	Cosmétiques et produits de soins personnels
Cétones	Produits pour l'automobile
Éther et esters	Produits pour passe-temps
	Papiers et imprimés
	Meubles et vêtements
	Matériaux de construction
	Installations CVCA
	Garages
	Appareillage électrique et transformateurs
	Appareils à combustion
	Fumée de tabac
	D'origine animale ou humaine
	Air extérieur
	Eau potable
	Matériel de bureau
	Fournitures d'art
	Produits chimiques pour laboratoires

Valeurs recommandées pour les composés organiques volatiles :

Un grand nombre de produits chimiques entrent dans cette catégorie. Pour obtenir une liste des limites de tolérance, il faut s'adresser à des sources comme l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ou à l'OSHA (Occupational Safety and Health Assoc.).

Effets sur la santé : Les produits chimiques comme le benzène, le tétrachlorure de carbone, le chloroforme, le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène (Versar, Wallace) peuvent être cancérogènes.

Les COV peuvent avoir un effet synergique et causer

- une diminution de la concentration (Versar, 1987)
- une augmentation de la perception des odeurs.

L'un des aspects les plus difficiles à évaluer est l'effet combiné (synergisme) qui survient lorsqu'un individu est exposé à plusieurs polluants à la fois. L'effet synergique peut causer des problèmes de santé graves et chroniques. Par exemple, on sait que la fumée de tabac contient certains hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérogènes, qui peuvent être absorbés avec certains autres polluants.

Pour réduire les concentrations de COV dans les bâtiments, l'office d'architecture de l'État de Californie recommande que tous les nouveaux bâtiments subissent une "surchauffe". Ce procédé consiste à augmenter la température du bâtiment. Lors d'une expérience sur les COV (Girman et assistants, 1987), on a relevé les concentrations de 14 composés organiques volatiles avant, pendant et après la "surchauffe" d'une édifice à bureaux. On a observé une augmentation de 400% pendant le chauffage et une réduction de 29% après ce dernier. Les chercheurs ont conclu que la réduction après surchauffe était modérée et que d'autres expériences seront nécessaires avec d'arriver à des conclusions définitives.

Oxydes et azote : L'azote est un gaz inorganique qu'on retrouve dans l'air extérieur. Les oxydes sont le résultat de réactions chimiques.

Les sources intérieures d'azote sont les suivantes :

- Installations CVCA (systèmes de chauffage mal ventilés ou fonctionnant mal)
- Garages (échappement des véhicules)
- Appareils à combustibles
- Salles d'opération
- Air extérieur

Valeurs recommandées pour les oxydes et l'azote :

La limite de tolérance pour le NO_2 est de 5 ppm ou 9 mg/m3.

Effets sur la santé : Des dommages aux cellules pulmonaires peuvent être observées après une exposition de 4 heures à 0.5 ppm (Versar, 1987).

Peut causer un resserrement des voies respiratoires.

Augmente la probabilité d'infections respiratoires.

Méthode de mesure des contaminants chimiques :

La section 4.4 analyse quelques listes de vérification pour détecter les symptômes comme l'irritation des yeux, du nez ou de la gorge, les maux de tête, la fatigue et les éternuements, qui peuvent tous être des conséquences du syndrome des bâtiments étanches. Le tableau 6.1 fournit une liste d'instruments pour la mesure des contaminants chimiques courants. Si l'un ou l'autre des symptômes précédents est signalé, il faut faire une évaluation de certaines des substances chimiques présentes.

Les concentrations d'ozone, de dioxyde de carbone et de monoxyde de carbone peuvent être mesurées avec des tubes d'échantillonnage afin de se faire une idée approximative de la quantité de contaminants au poste de travail. Si les concentrations ne correspondent pas aux plages acceptables, une investigation détaillée peut être nécessaire. Les concentrations de dioxyde de carbone peuvent aussi être un indicateur de l'efficacité des installations du bâtiment.

La mesure de la majorité des produits chimiques peut être assez difficile sauf dans les cas où les appareils utilisés peuvent fournir des lectures instantanées. Même si des mesures sont prises, il faut interpréter les valeurs obtenues et les relier aux symptômes et observations. Dans le cas d'une contamination chimique, il est recommandé d'avoir recours aux services d'un expert pour mener l'investigation.

3.6 Bruit

Le bruit et l'éclairage n'ont aucun effet sur la qualité de l'air intérieur; par contre, ils en ont un sur l'environnement du poste de travail de chaque occupant, c'est pourquoi nous en discuterons brièvement.

Définition

Le bruit survient dans les fréquences audibles pour l'homme, soit entre 10 cycles/secondes (hertz) et 20 000 cycles/seconde. L'intensité du bruit est mesurée en décibels (dB).

L'oreille humaine entend les bruits à basse fréquence moins bien que ceux à fréquence plus élevée. C'est pour cette raison que des courbes de critères de bruit (NC) ont été développées; ces courbes sont constituées de points correspondant à des sons jugés de même intensité par l'oreille humaine. Voir la figure 3.6.1. Les courbes de critères de bruit sont centrées à 500 Hz, la fréquence médiane de la parole.

Courbes de critères de bruit pour spécifier le niveau de calcul en termes de niveau de pression acoustique maximal admissible pour chaque bande de fréquence (tiré 1985 ASHRAE Handbook)

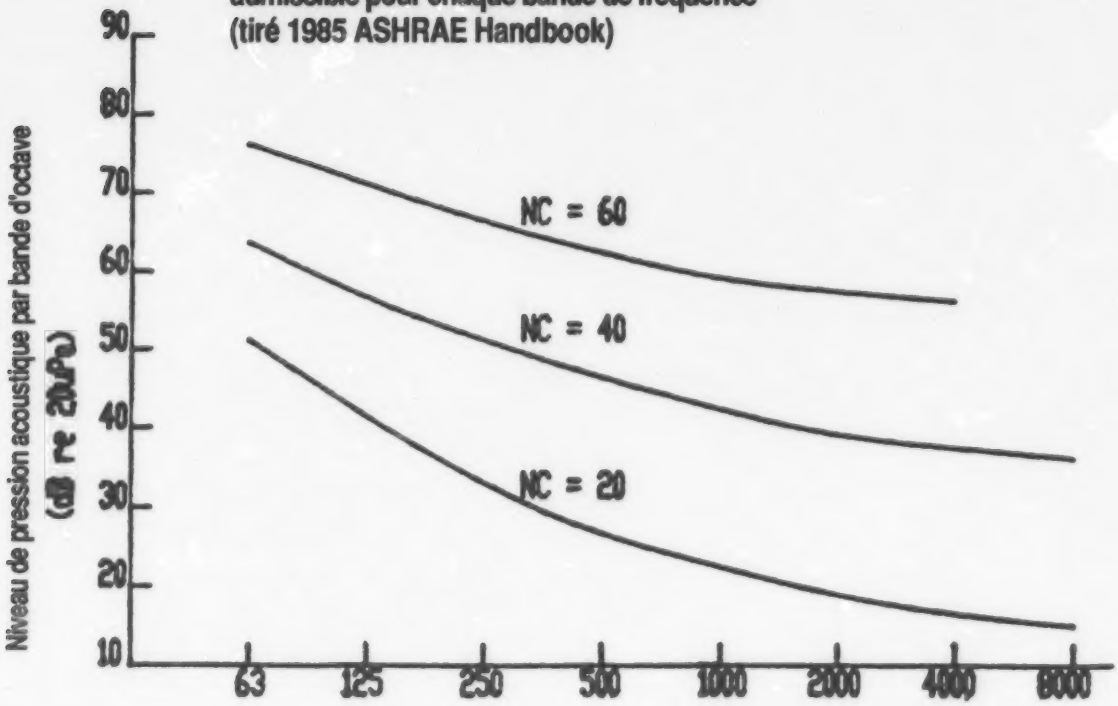


FIGURE 3.6.1

Le développement de courbes d'intensité équivalente permet l'établissement de critères.

Par exemple, les valeurs suivantes sont indicatives des tolérances moyennes pour le bruit de fond :

NC-10 Seuil d'audibilité
NC-20 Salles de concert, studios de télédiffusion
NC-25 Chambres à coucher, salles de conseil
NC-30 Bureaux de cadres
NC-35 Bureaux privés, salles de réunion
NC-40 Bureaux à aire ouverte
NC-45 Salle de dactylographie
NC-55 Salles d'ordinateurs
NC-85 Limite au-dessus de laquelle une protection auditive est nécessaire selon l'ACNOR
NC-130 Souffle d'un moteur à réaction

Valeurs recommandées pour le bruit :

Un critère de bruit de NC-40 est actuellement recommandé pour les espaces de bureaux à aire ouverte parce qu'il couvre le bruit saccadé des conversations et du matériel de bureau qui n'est par atténué par l'ameublement ni par le volume de la pièce.

Une personne pouvant comprendre 25% des mots d'une conversation à proximité sera distraite par celle-ci. Le bruit de fond ou "bruit blanc" produit par les installations CVCA peut avoir une fonction de masquage.

Les bruits plus forts que les critères ci-dessus peuvent souvent être atténués par une insonorisation. La mesure du son aidera à déterminer la fréquence du son dérangeant.

Méthode de mesure du bruit :

Le bruit, ou la pression acoustique, peut être mesuré à l'aide d'instruments. Les sonomètres mesurent généralement dans huit bandes de fréquences.

La figure 3.6.2 fournit les mesures acoustiques obtenues avec un analyseur de bande d'octave en superposition sur un graphique de critères de bruit. Cette courbe représente le bruit produit par un ventilateur; les mesures ont été prises dans un bureau sous un diffuseur d'air d'alimentation. On dit que ce ventilateur produit un critère de bruit de 40 (NC-40) parce que le bruit équivalent le plus élevé, qui se trouve dans la deuxième bande, se situe sur la courbe de NC-40.

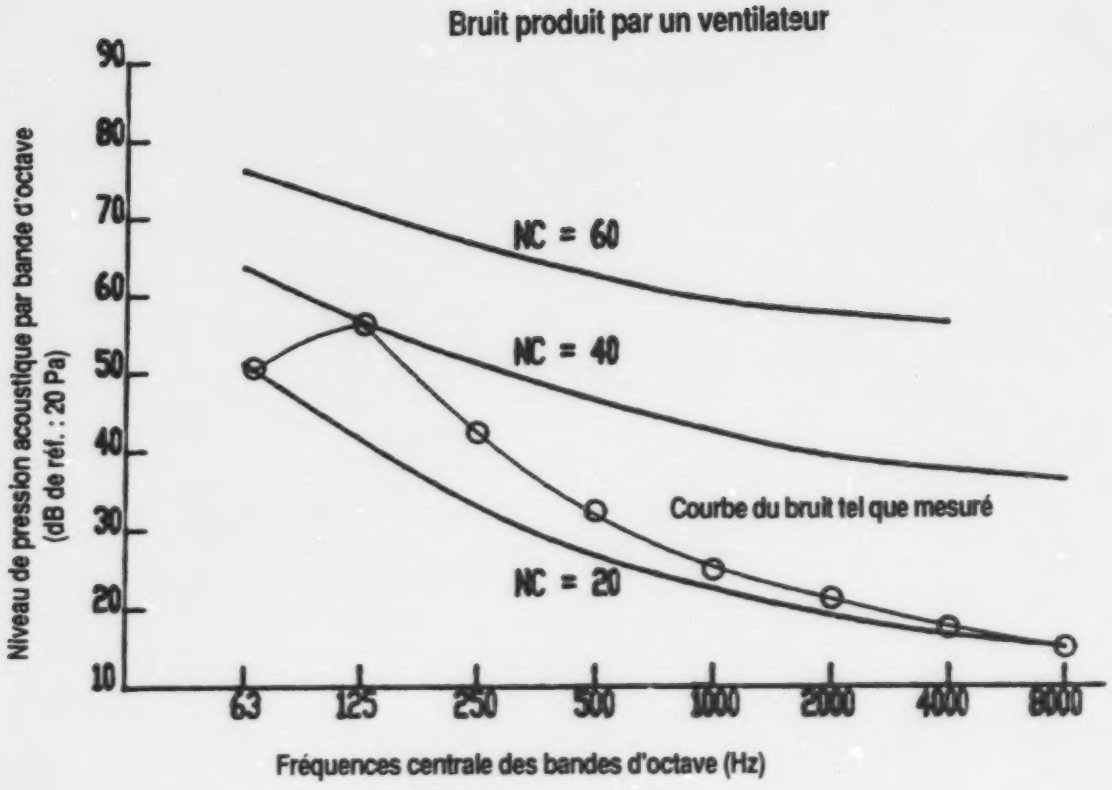


FIGURE 3.6.2

S'il y a des plaintes concernant le bruit :

- Vérifier si le procédé ou le matériel bruyant peut être enlevé ou remplacé par un autre, plus silencieux.
- Inspecter les dispositifs de montage du matériel bruyant.
- Vérifier la vitesse de l'air dans les conduits qui résonnent.
- Inspecter le chemisage insonorisant dans les conduits, etc.

3.7 Éclairage

L'éclairage peut être relié à la qualité de l'air puisqu'un mauvais éclairage peut produire les mêmes symptômes qu'un air vicié : maux de tête et douleurs aux yeux.

Définition

La pollution par l'éclairage peut être causée par une intensité trop élevée ou trop faible au poste de travail (quantité), par la présence de sources d'éblouissement direct ou indirect dans le champ de vision, par des papillotements ou par des ampoules ou tubes de couleur inappropriée (qualité).

Valeurs recommandées et méthode de mesure pour l'éclairage :

La quantité d'éclairage, mesurée en footcandles ou en décalux à l'aide d'un simple luxmètre, est prescrite par l'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) pour différentes tâches et différents environnements. Les niveaux d'éclairage sont prescrits par plages pour la plupart des tâches à l'intérieur afin de permettre des variations en fonction de l'âge de l'observateur, des facteurs de réflexion des surfaces de la pièce, de la nature du travail (rapidité et précision) et des facteurs de réflexion de l'objet regardé et de son arrière-plan. Voir la figure 3.7.1. En général, ces niveaux sont considérés comme des pratiques recommandées, mais il y a des cas où on leur a donné force de lois dont l'application est surveillée les autorités locales d'inspection.

La qualité de l'éclairage, c'est-à-dire l'éblouissement, le papillotement et la couleur des ampoules et tubes, n'est pas typiquement quantifiable. Chaque élément peut être évalué et étudié individuellement, bien que leur effet sur l'environnement lumineux soit cumulatif. Une liste complète des mesures à prendre est fournie ci-dessous.

- Pour éviter l'éblouissement direct, le concepteur doit réduire au minimum le nombre d'appareils d'éclairage ou des sources d'éclairage naturel dans le champ de vision direct de l'observateur. Par exemple, lorsqu'on regarde un objet entouré d'un fort éclairage, on a de la difficulté à voir l'objet.

- Pour éviter l'éblouissement indirect, le concepteur doit réduire au minimum le nombre d'appareils d'éclairage et/ou l'éclairage naturel réfléchis dans la zone de travail. Sans cette précaution, lorsqu'on lit un périodique à papier glacé, il faut l'orienter dans un certain angle pour éliminer les réflexions afin de voir clairement toute la page.

- Pour éviter le papillotement (clignotement rapide des appareils d'éclairage dû au courant secteur de 60 Hz), le concepteur doit répartir uniformément les luminaires (ce qui inclut tout le dispositif d'éclairage, y compris une ou plusieurs lampes ainsi que les éléments servant à diffuser la lumière, à positionner et à protéger les lampes et à raccorder les lampes au réseau d'alimentation) dans une zone sur les trois phases (A, B et C) du courant alternatif d'une alimentation commune. Aux environs de machines rotatives ou d'objets se déplaçant rapidement, le papillotement de l'éclairage au-dessus peut produire un effet stroboscopique donnant à l'observateur un fausse impression du mouvement de la machine.

- Les qualités de rendu des couleurs des sources lumineuses font que le concepteur doit choisir des lampes dont le spectre de couleurs contient les longueurs d'ondes nécessaires pour définir l'objet regardé par rapport à son arrière-plan, maintenant ainsi le contraste approprié pour le niveau d'éclairage prescrit. Le contraste peut être mesuré à l'aide d'une luminancemètre. Le rendu des couleurs d'une lampe peut aussi être subjectivement considéré incommodant par un observateur. Le concepteur ou l'utilisateur devrait choisir les lampes de manière à compléter l'environnement et à respecter les goûts esthétiques de l'observateur pour réduire au minimum l'inconfort et optimiser sa productivité.

Catégories et valeurs d'éclairement lumineux pour des types généraux d'activités à l'intérieur

Type d'activité	Catégorie d'éclairement lumineux	Plages d'éclairement lumineux		Poste de travail de référence
		Lux	Footcandles	
Aires publiques avec environnment sombre	A	20-30-50	2-3-5	Éclairage général dans tout le locaux
Simple orientation pour de courtes visites	B	50-75-100	5-7.5-10	
Lieux de travail où les tâches visuelles sont peu fréquentes	C	100-150-200	10-15-20	
Exécution de tâches visuelles à fort contraste ou sur de gros objets	D	200-300-500	20-30-50	Éclairement lumineux sur l'objet regardé
Exécution de tâches visuelles à contraste moyen ou sur de petits objets	E	500-750-1000	50-75-100	
Exécution de tâches visuelles à faibles contraste ou sur de très petits objets	F	1000-1500-2000	100-150-200	
Exécution de tâches visuelles à faible contraste ou sur de très petits objets pendant de longues périodes	G	2000-3000-5000	200-300-500	Éclairement lumineux sur l'objet obtenu par un combinaison d'éclairage général et local (éclairage g) supplémentaire)
Exécution de tâches visuelles très longues et exigeantes	H	5000-7500-10000	500-750-1000	
Exécution de tâches visuelles très spéciales, à très faible contraste et sur de petits objets	I	10000-15000-20000	1000-1500-2000	

FIGURE 3.7.1

3.8 Contaminants types dans les bâtiments

La présente section contient un certain nombre de tableaux décrivant en détail les contaminants courants dans les bâtiments.

Les sources ont été subdivisées en quatre catégories :

- Produits commerciaux et de consommation
- Sources faisant partie du bâtiment
- Sources extérieures
- Sources liées à l'équipement et au matériel

Des données ont été recueillies dans les secteurs suivants :

- Bureaux
- Écoles
- Lieux publics (établissements de soins et autres)

Le tableau 3.8.1 énumère les types de sources de contaminants causant problème dans chaque catégorie de bâtiments selon la documentation sur le sujet. Les références utilisées pour ce tableau sont indiquées sous ce dernier.

Le tableau 3.8.2. est une liste de contaminants intérieurs, de leurs sources probables et des réactions possibles suite à une exposition.

L'annexe B-1 fournit une liste des catégories de sources et des exemples de produits correspondants.

Un tableau fournissant une liste de contaminants et leurs sources potentielles est également incorporé à l'annexe B-2.

L'annexe B-3 contient une liste de cas rapportés de contaminants retrouvés dans des bureaux.

L'annexe B-4 fournit un tableau de cas rapportés de contaminants retrouvés dans des hôpitaux ou dans d'autres établissements publics.

De plus, l'annexe B-5 contient une liste des catégories de sources de pollution et des facteurs ayant un effet sur l'émission de contaminants.

Tableau 3.8.1

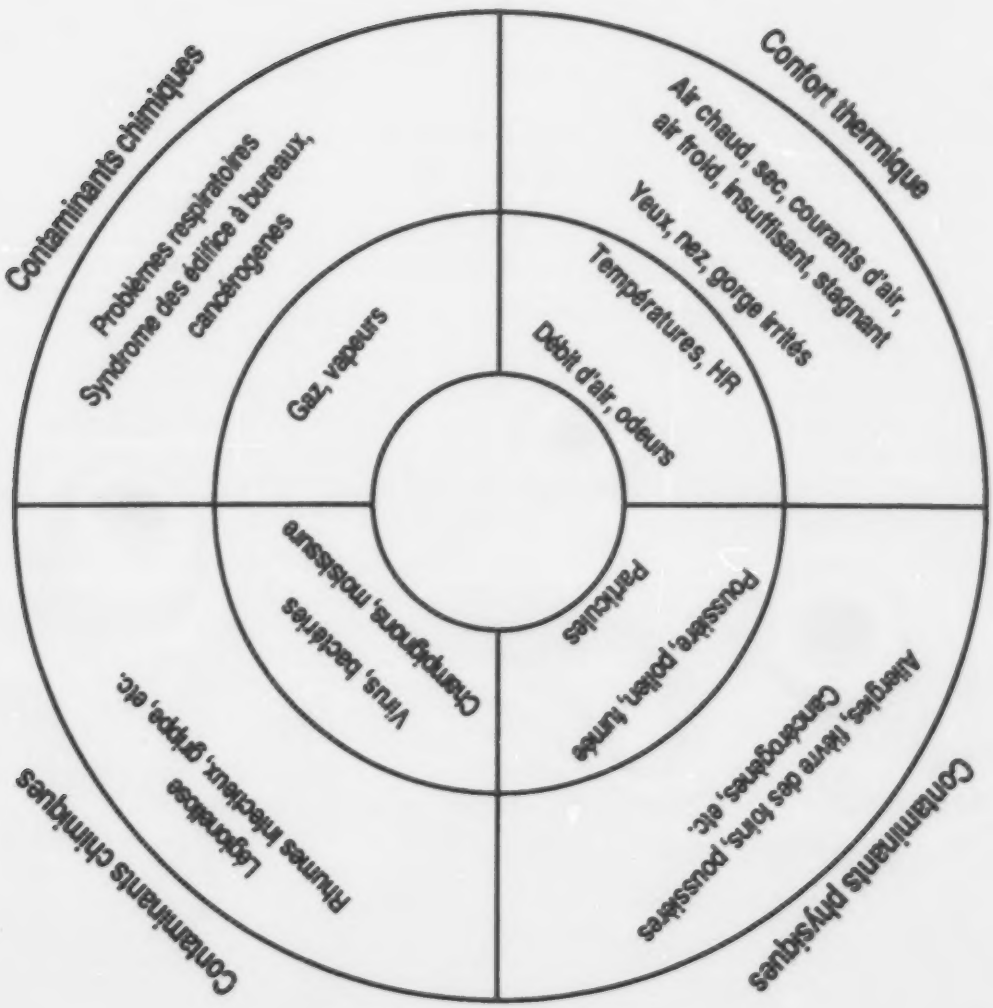
Résumé des catégories de sources de polluants et des types de bâtiments où on les retrouve

Catégorie de sources	Type de bâtiments		
	Bureaux	Écoles	Lieux publics
Produits commerciaux et de consommation			
Nettoyeurs ou cires	x	x	x
Fournitures de peinture	x	x	x
Pesticides	x	x	x
Adhésifs	x	x	x
Cosmétiques et produits de soins personnels			
Produits pour l'automobile			
Produits pour passe-temps		x	
Papier et imprimés	x	x	
Vêtements		x	x
Ameublement	x	x	x
Fumée de tabac	x		x
D'origine animale ou humaine	x	x	x
Sources faisant partie du bâtiment			
Matériaux de construction	x	x	x
Installations CVCA	x	x	x
Garages	x		x
Appareillage électrique et transformateurs	x	x	x
Appareilos à combustion			
Sources extérieures			
Air extérieur	x	x	x
Sols et roc			
Eau potable		x	
Eau souterraine contaminée			
Sources liées à l'équipement et au matériel			
Matériel de bureau	x	x	x
Fournitures d'art		x	
Produits chimiques pour laboratoires		x	x

Tableau 3.8.2
Liste de contaminants, de leurs sources possibles et des réactions dues à l'exposition

Contaminant intérieur	Source possible	Réactions à l'exposition
Dioxyde de carbone	Expiration humaine, toute combustion	Maux de tête, léthargie, problèmes respiratoires
Monoxyde de carbone	Combustion lente, ex. : fumée de tabac. Combustion incomplète	Asphyxie, hémorragie rétinienne, neurotoxicité, problèmes cardiaques, affecte le sang
Ozone	Filtres à air électroniques, photocopieurs, certains aérosols	Yeux asséchés et rougis, irritation des voies respiratoires et altération de la fonction respiratoire, mutation
Oxydes d'azote	Combustion de charbon, de carburant diesel, appareils fonctionnant au gaz naturel	Diminution de la fonction respiratoire, irritation des yeux et des voies respiratoires
Aldéhydes (formaldéhyde)	Fumée de tabac, panneaux de particules, isolants de mousse, papiers, tapis	Affectent les membranes muqueuses; irritation du nez et des yeux
Particules (d'origine non biologique)	Fumée, papier, poussière, particules de peau	Réactions allergiques, irritations des yeux et des voies respiratoires, cancérogènes
Composés organiques volatiles	Agents aromatiques, parfums, nettoyage à sec	Liposolubilité, neurotoxicité, affectent le foie et les reins cancérogènes
Radon et produits de filiation	Carreaux de céramique, sol, etc.	Cancérogènes
Micro-organismes	Spores fongiques dans l'air, bactéries, bacs d'humidificateur, effluent des tours de refroidissement, mares d'eau stagnante	Allergies, maladie des humidificateurs légionellose, fièvre de Pontiac

Paramêtres de quai et effets sur la santé en un coup d'oeil



RÉFÉRENCES

1. **Breunis, K., Pieter de Groot, J.**, 1987, "Relative Humidity of Air and Ocular Discomfort in a Group of Office Workers". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2, p. 625.

2. **Fanger, P.**, 1987, "A Solution to Sick Building Mystery". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2, p.

3. **Girman et al.**, 1987, "Bake Out of an Office Building". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2, p.

4. **Jakkola, J. et al.**, 1987, "Mechanical Ventilation in Office Building and Sick Building Syndrome". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2, p. 454.

5. **Meyer, B.**, 1983, "Indoor Air Quality". Addison Wesley Publishing Company Inc.

6. **Olander, L. et al.**, 1987, "Air Cleaners for Environmental Tobacco Smoke". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 2, p. 39.

7. **Streifel, A. et al.**, 1987, "Control of Airborne Fungal Spores in a University hospital". Indoor Air '87 Proc. of the 4th Int. Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 1, p. 699.

8. **Versar**, 1987, "Indoor air Pollution. The Magnitude and anatomy of Problems and Solutions. A Scoping Study". Draft report prepared for U.S.E.P.A.

4.0 SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'AIR

4.1 Introduction

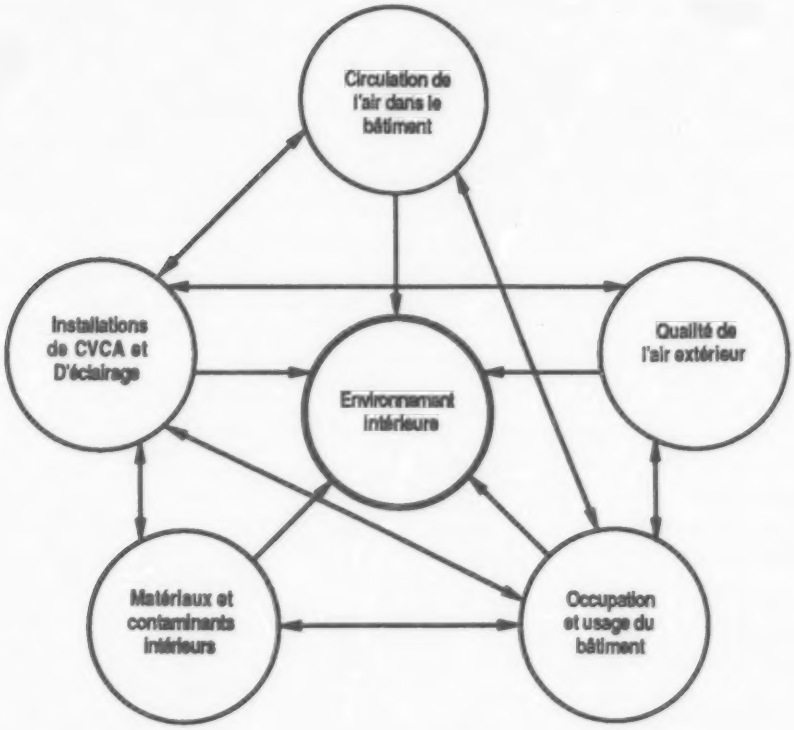


FIGURE 4.1.1

L'environnement intérieur peut être amélioré grâce à de bonnes stratégies de conception et d'exploitation des systèmes environnementaux du bâtiment. Pour que l'environnement intérieur soit sain, ces stratégies doivent être bien adaptées à l'occupation et à l'usage du bâtiment.

4.2 Classification des problèmes de qualité de l'air

Santé et Bien-être social Canada a compilé des statistiques basées sur les plaintes relatives à l'environnement énoncées par les occupants de bâtiments. Ces plaintes ont été classées dans six catégories, comme l'indique la figure 4.2.1.

1. Problèmes de CVCA
2. Contaminants intérieurs
3. Contaminants dans l'air extérieur
4. Contaminants biologiques
5. Matériaux du bâtiment
6. Source inconnue

PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

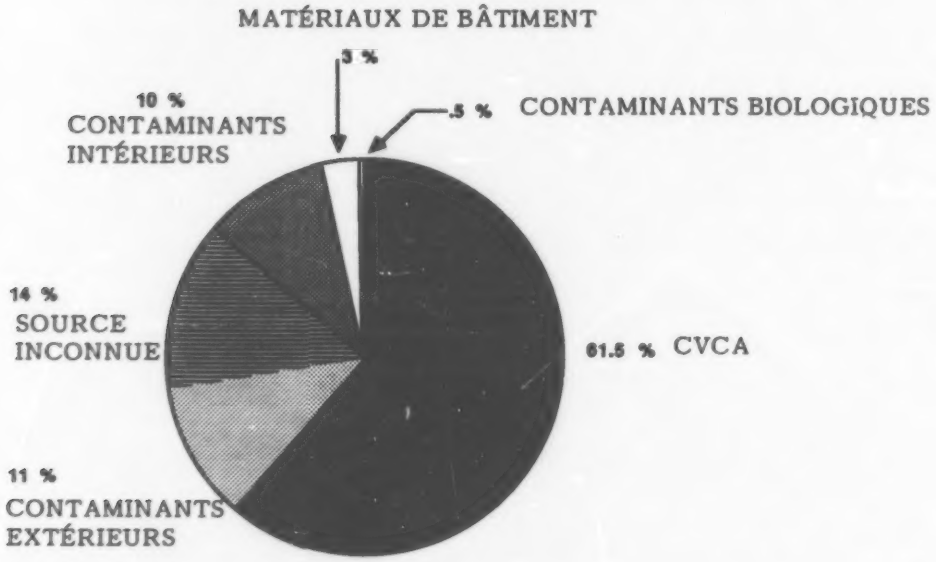


FIGURE 4.2.1

TIRÉ DE: ENQUÊTES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR 1984-1985
DIRECTION GÉNÉRALE DES SERVICES MEDICAUX, SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA

Problèmes de CVCA

La cause la plus courante de problèmes environnementaux (61.5%) est l'installation CVCA, celle-là même qui a été conçue pour augmenter le confort.

La liste des problèmes de CVCA possibles inclut les suivants :

- Température inadéquate
- Humidité relative inadéquate
- Circulation d'air inadéquate - trop faible ou trop forte
- Ventilation insuffisante
- Bruit excessif
- Conception, entretien et exploitation

Contaminants dans l'air intérieur

Les contaminants intérieurs constituent la deuxième des sources de plaintes les plus courantes. Ces contaminants incluent les gaz comme la fumée de tabac, les particules de poussière, le monoxyde de carbone, le formaldéhyde, le radon et les concentrations excessives de dioxyde de carbone. Dans les bâtiments où il y a beaucoup de circulation et où la filtration d'air est insuffisante, il peut y avoir une surcharge de contaminants dans l'air. Une pollution gazeuse occasionnelle peut provenir des machines de reproduction de plans (bleus) et des photocopieurs à procédé humide.

Contaminants dans l'air extérieur

La troisième en importance parmi les sources de pollution à l'intérieur est l'air extérieur utilisé pour la ventilation. Ces contaminants peuvent inclure les déchets industriels, les gaz d'échappement des véhicules, les fumées de cheminée ou tout ce qui peut émettre des polluants dans l'air extérieur.

Contaminants biologiques

La catégorie suivante est celle des contaminants biologiques, qui croissent dans les mares d'eau stagnantes. Ces contaminants peuvent croître dans les appareils de CVCA, dans les humidificateurs et dans les tapis humides. Les infestations, comme la légionellose, peuvent même provenir de l'effluent des tours de refroidissement s'il se déverse à proximité des prises d'air de ventilation. D'autres infections peuvent provenir des excréments d'oiseaux sur les grilles d'air frais. Voir les figures 4.2.2 et 4.2.3.

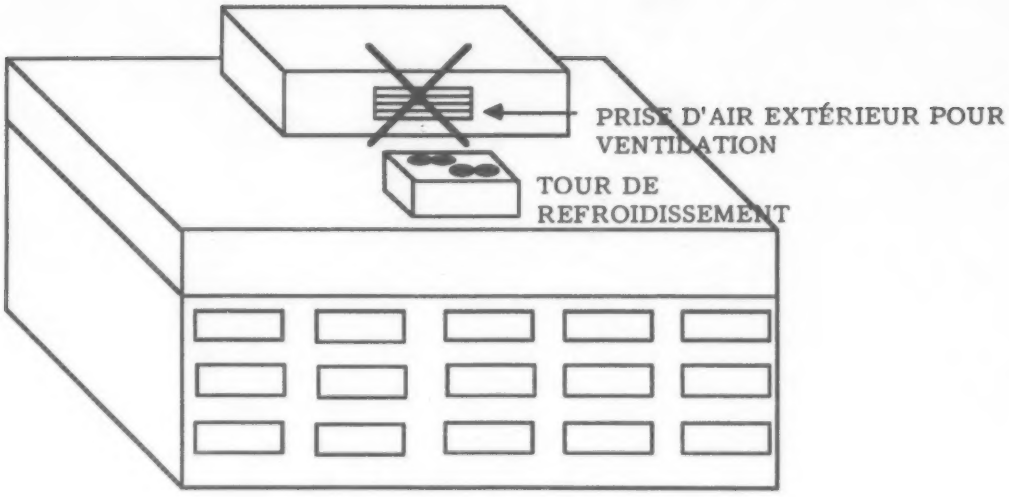


FIGURE 4.2.2

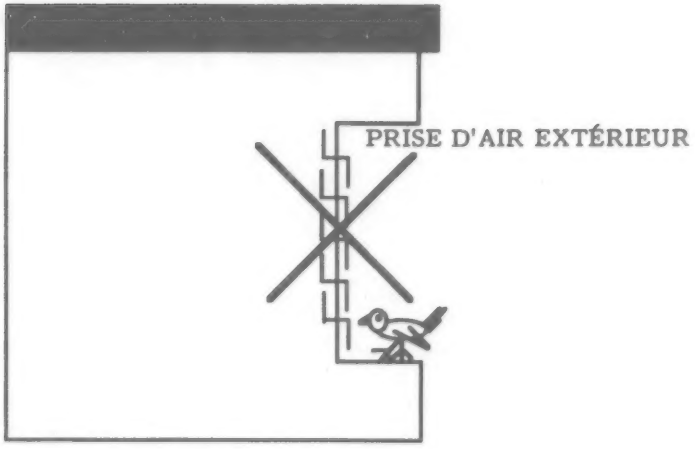


FIGURE 4.2.3

Contaminants provenant des matériaux du bâtiment

La dernière catégorie de contaminants identifiables est composée de toute une gamme de gaz émanant des fibres artificielles, des plastiques, des colles, des résines et des peintures. Ils semblent plus nocifs lorsque les matériaux sont neufs. Certains opérateurs doublent le débit de ventilation pendant la première année d'occupation du bâtiment afin de réduire au minimum l'effet des gaz émanant des tapis et de l'ameublement neufs.

D'autres préfèrent laisser les nouveaux bâtiments inoccupés pendant une certaine période initiale pouvant aller jusqu'à trois mois.

4.3 Mode d'exploitation pour assurer la salubrité du bâtiment

L'analyse des problèmes de qualité de l'air et de l'environnement intérieur faite à la section 4.2 démontre que la majorité des problèmes est liée à la conception, à l'exploitation et à l'entretien des installations CVCA. Les solutions aux problèmes de QAI découlant du fonctionnement des installations CVCA peuvent généralement être mises en application en dix étapes :

1. **Vérification du débit de ventilation**

   S'assurer qu'au moins 10 L/s d'air extérieur est introduit pour chaque occupant du bâtiment et en tout temps de manière à ne jamais dépasser une concentration de 1 000 ppm de dioxyde de carbone. S'assurer que l'horaire de fonctionnement de la ventilation corresponde aux heures d'occupation.

   Il est possible que le personnel d'exploitation ne puisse mesurer le volume d'air extérieur fourni s'il ne sait pas le débit du ventilateur d'alimentation. Dans ce cas, le débit d'air extérieur peut être évalué en déterminant sa proportion par rapport au débit d'air global des ventilateurs à partir des températures de l'air extérieur, de l'air de retour et de l'air mélangé. Dans les cas complexes, les services d'un spécialiste sont nécessaires pour cette mesure.

   Les registres d'air extérieur doivent être entretenus régulièrement pour assurer leur bon fonctionnement.

2. **Vérification de la température et de l'humidité relative**

   Mesurer la température et l'humidité relative, en particulier dans les zones faisant l'objet de plaintes.

   La plupart des occupants sont satisfaits si la température ambiante se situe entre 22 et 24.5 °C et si l'humidité relative est entre 30 et 60%. (Une température de 20 °C est recommandée dans les bâtiments fédéraux pendant l'hiver.)

   Si l'auteur de la plainte n'est pas confortable à cette température, on peut lui suggérer de changer sa tenue vestimentaire, en agissant avec tact. Si la température et l'humidité ne peuvent être ramenés à l'intérieur de ces plages par réglage des instruments, consulter un spécialiste.

   Il est à noter que lorsque la température extérieure est sous le point de congélation, il est possible qu'on ne puisse maintenir une humidité relative aussi élevée que 30% en raison du risque de dommages par la formation de glace à l'intérieur des murs du bâtiment.

Lorsque des plaintes concernant le température et l'humidité relative sont déposées, il est recommandé de les consigner dans un registre jusqu'à ce que le problème soit réglé.

3. **Vérification de la circulation de l'air**

La plupart des autorités s'entendent pour dire que les installations CVCA devraient débiter au moins quatre renouvellements d'air par heure dans toutes les zones climatisées. Ce débit de renouvellement assure une lente circulation de l'air ainsi qu'une dispersion continue des contaminants produits dans les zones de travail.

La vérification du renouvellement d'air minimal peut nécessiter l'appel à un spécialiste, mais le personnel du bâtiment peut à tout le moins s'assurer que chaque espace occupé dispose d'une alimentation en air distincte.

La circulation d'air peut être considérée trop rapide si elle dépasse 0.25 m/s. Cela peut être vérifié assez précisément avec un "générateur de fumée" constitué d'une poire de caoutchouc et d'un tube fumigène.

Lorsque l'usage et le mode d'occupation du bâtiment changent, il est possible qu'on néglige de faire les rajustements nécessaires à l'alimentation en air. Si l'on suspecte une mauvaise distribution de l'air, une analyse de la circulation d'air doit être faite afin de déterminer les mesures à prendre pour rétablir la circulation appropriée et afin de s'assurer que chaque diffuseur crée un bon déplacement d'air dans toute la zone qu'il dessert. À cet égard, les cloisons mobiles devraient être surélevées de quelques pouces au-dessus du tapis pour assurer une bonne circulation.

4. **Suppression du bruit des installations CVCA**

Une faible bruit provenant des installations CVCA peut être un avantage dans les cas où un certain nombre d'occupants doivent travailler à proximité les uns des autres et sans l'avantage de cloisons pleines du plancher au plafond. Le bruit aérien de fond peut masquer le son des appareils de bureau et des conversations téléphoniques.

Le gros du bruit des installations CVCA est produit par les ventilateurs. Le bruit des ventilateurs circule dans les conduits et est plus perceptible sous les bouches de soufflage les plus proches du ventilateur. Lorsque ce bruit perturbe, on peut demander à un spécialiste de recommander le traitement insonorisant le moins coûteux. D'autres bruits aériens sont produits par des registres de conduit ou des chicanes de diffuseurs partiellement fermés. Dans bien des cas, ces

dispositifs peuvent être repérés et leur position, rectifiée par le personnel du bâtiment.

La solution aux problèmes de bruit complexes demande invariablement l'aide d'un expert.

5. **Étalonnage des commandes des installations CVCA**

S'assurer que les commandes, registres et vannes automatiques qui règlent le fonctionnement des installations CVCA sont régulièrement réétalonnés par le personnel d'exploitation ou par des entrepreneurs en entretien de ce type de matériel.

6. **Limitation des émissions de produits chimiques**

De nombreux tissus utilisés de nos jours émettent des gaz volatiles toxiques pour certains occupants.

Dans les bâtiments où les rideaux, les tapis, l'ameublement, le tissu des cloisons mobiles sont neufs, il est recommandé d'introduire le plus d'air extérieur possible pour améliorer la dilution de ces produits. L'émanation de gaz des tissus neufs se résorbe après un an d'occupation et la ventilation normale suffit par la suite.

S'assurer que les peintures, produits de nettoyage et solvants sont stockés dans des locaux équipés de ventilateurs d'extraction distincts et qu'ils ne soient jamais laissés dans les salles de ventilateurs ni dans les chambres de traitement de l'air.

Choisir des photocopieurs à procédé sec plutôt qu'humide.

Évacuer directement à l'extérieur les vapeurs nocives émanant des appareils de reproduction de plans et autres.

7. **Limitation des contaminants biologiques**

Lorsque les plaintes des occupants font état de douleurs aux yeux, aux oreilles, au nez ou à la gorge, de maux de tête ou de nausées, on peut suspecter une contamination chimique ou biologique.

Après avoir inspecté pour déceler des sources d'émanation de produits chimiques dans le bâtiment comme expliqué ci-dessus, vérifier s'il n'y aurait pas des conditions favorisant l'augmentation du contenu biologique de l'air.

S'assurer que les filtres à air des installations CVCA peuvent capter la plupart des grosses particules de poussière et que l'air ne contourne pas les filtres par des ouvertures en pourtour de cadres de filtre mal ajustés.

Inspecter toutes les armoires des installations CVCA, en particulier les bacs d'égouttement et les pulvérisateurs d'eau, pour déceler toute trace de moisissure. Corriger les problèmes avec des biocides et maintenir une surveillance régulière par la suite. Vérifier l'état des humidificateurs personnels.

Vérifier s'il n'y a pas d'excréments de pigeon sur les prises d'air extérieur.

S'assurer que les tapis où il y a eu des déversements sont nettoyés et asséchés dans les 24 heures. Lorsqu'un déversement sur un tapis n'a pas été essuyé promptement ou lorsque des rideaux sont détrempés par la condensation sur les fenêtres, un échantillonnage de l'air doit être fait.

Dans les cas graves de contamination, remplacer le tissu contaminé.

8. **Vérification de la qualité de la ventilation**

L'air extérieur utilisé pour la ventilation doit être analysé. Il est préférable que l'air extérieur soit pris au sommet du bâtiment, où l'air est moins contaminé et est exempt des gaz d'échappement des véhicules et, en particulier, des camions de livraison dont le moteur tourne au ralenti.

S'assurer que l'air évacué du bâtiment ne peut pas y repénétrer par les prises d'air extérieur, quelles que soient les conditions de vent.

S'assurer que l'air extérieur ne peut être contaminé par recirculation de l'air évacué par les tours de refroidissement. Lorsqu'il est impossible d'isoler ces écoulements d'air l'un de l'autre, il faut effectuer un traitement biocide régulier du puisard et des bassins de distribution de la tour de refroidissement.

Il faut relever régulièrement les concentrations de CO_2 et de contaminants dans l'air extérieur aux prises d'air frais.

9. **Assurer un contrôle régulier de la QAI**

Lorsque le nombre d'occupants est élevé ou lorsque des plaintes concernant la QAI ont été exprimées, s'assurer que la QAI du bâtiment est contrôlée régulièrement.

10. Autres étapes

Lorsque les problèmes liés à l'environnement ne peuvent être réglés grâce aux neuf étapes précédentes, retenir les services d'un expert en environnement pour étudier la situation et recommander des solutions. Le type d'expert-conseil choisi dépendra de la nature du problème environnemental. La section 6.0 du présent manuel fournit des directives sur le choix des experts-conseils.

Si l'analyse du registre des plaintes révèle que le problème est relié à l'éclairage, suivre les sept étapes suivantes :

1. Identifier le type et l'emplacement de toutes les tâches visuelles afin de fournir le niveau d'éclairage nécessaire dans les zones critiques. Des niveaux inférieurs peuvent être fournis dans les zones non critiques. L'emplacement et l'orientation des tâches et des luminaires peuvent être coordonnés de manière à optimiser les niveaux d'éclairage et le confort visuel.

2. Choisir des luminaires offrant un haut rendement tout en maintenant un fort contraste sur l'objet à regarder (éblouissement indirect minimal) et un haut confort visuel (éblouissement direct minimal). Choisir des luminaires offrant une capacité de transfert thermique afin d'améliorer le confort thermique dans les locaux.

3. Choisir des lampes à haut rendement énergétique, à longue durée et à faible dépréciation d'intensité qui fournissent la couleur de source et les qualités de rendu des couleurs désirées.

4. Utiliser l'éclairage naturel dans la mesure du possible tout en tenant compte de l'éblouissement et des demandes thermiques des locaux. Coordonner l'éclairage artificiel et l'éclairage naturel.

5. Planifier le choix des couleurs et finis des surfaces et du matériel des pièces de manière à obtenir des facteurs de réflexion se situant plus près de la limite supérieure de la plage prescrite. Les facteurs de réflexion doivent être choisis de manière à fournir un rapport de luminance de 3:1 (niveau de luminance sur l'objet par rapport à son arrière-plan).

6. Établir un programme d'entretien de l'éclairage de manière à réduire au minimum le nombre de luminaires tout en maintenant en tout temps le niveau d'éclairage prescrit.

7. Lorsque les problèmes d'éclairage ne peuvent être résolus, retenir les services d'un expert-conseil en éclairage.

4.4 Liste de vérification de la qualité de l'air

Le responsable du bâtiment peut apporter des changements aux méthodes d'exploitation afin de régler certains problèmes de qualité de l'air. Les tableaux C-1 à C-6 de l'annexe C contiennent des listes de vérification basées sur le type de plaintes.

Voici une liste de solutions rapides pour le personnel d'exploitation.

Diagnostic rapide par le personnel d'exploitation du bâtiment

- **Plaintes relatives à la température (y compris les plaintes concernant l'air stagnant ou insuffisant)**

La température devrait se situer entre 22 °C (20 °C dans les bâtiments fédéraux) et 24.5 °C. Si l'auteur de la plainte a trop chaud ou trop froid dans cette plage de températures, on peut lui suggérer avec tact de modifier sa tenue vestimentaire. Si les installations CVCA ne peuvent maintenir la température à l'intérieur de cette plage idéale, consulter un expert.

- **Plaintes relatives à une humidité trop élevée ou trop faible (y compris les irritations du nez, des yeux et de la gorge)**

L'humidité relative (HR) devrait se situer entre 30 et 60%. Si elle est trop faible, ajouter de l'humidité au niveau de l'appareillage CVCA ou, lorsque la température extérieure est sous le point de congélation, expliquer le problème concernant l'enceinte du bâtiment, qui vous empêche de maintenir l'humidité relative à 30%. Il est à noter que ce problème ne devrait se poser que quelques heures par année. Si l'humidité relative est trop élevée, le problème est plus complexe et l'aide d'un expert est nécessaire.

- **Plaintes relatives aux courants d'air**

La vitesse de l'air dans les pièces occupées devrait être limitée à au plus 0.25 m/s. Cela peut être vérifié assez précisément avec un "générateur de fumée" constitué d'une poire de caoutchouc et d'un tube fumigène.

Les diffuseurs d'air d'alimentation peuvent produire des courants d'air, qu'on peut facilement détourner à l'aide des chicanes mobiles à l'intérieur du collet du diffuseur ou par de simples dispositifs d'obturation qui peuvent être installés dans le diffuseur pour diriger l'air dans d'autres directions. Ces réglages sont assez faciles pour l'opérateur des installations.

D'autres courants d'air peuvent être causés par la concentration des flux d'air se déplaçant des bureaux vers les dispositifs de reprise d'air du noyau de services. Ces courants d'air peuvent généralement être éliminés par un réaménagement des cloisons mobiles, qui sont peut-être à l'origine du problème.

- **Plaintes relatives au bruit**

Le bruit causé par les installations CVCA peut provenir d'un ventilateur ou d'un registre partiellement fermé à proximité d'un diffuseur d'air. L'avis d'un expert peut être nécessaire pour éliminer le bruit produit par les installations CVCA.

- **Plaintes relatives à l'irritation des yeux, du nez et de la gorge**

Si les plaintes sont localisées, inspecter les lieux pour déceler tout déversement sur les tapis, où un croissance de moisissure peut s'être produite avant que le tapis soit sec. Sentir le tapis. Si des odeurs sont perceptibles, remplacer ou désinfecter le tapis.

Si les plaintes sont généralisées, vérifier si de nouveaux tissus n'ont pas été utilisés pour l'ameublement, les rideaux ou les cloisons mobiles. Consulter le fabricant au sujet des mesures recommandées pour limiter l'émission de vapeurs nocives.

Rechercher également tout signe de croissance bactériologique dans les plénums et bacs d'égouttement des installations CVCA. Vérifier si l'air évacué par les grilles d'évacuation ou par une tour de refroidissement ne pénètre pas par les prises d'air frais. Inspecter les batteries de filtres pour déceler tout contournement important autour des filtres.

Si ces mesures ne permettent pas de régler le problème, faire appel à un expert en mesure des particules et des matières biologiques dans l'air pour obtenir ses recommandations.

- **Plaintes relatives aux maux de tête, aux nausées et à la léthargie**

Une ventilation ou une circulation d'air insuffisante peut causer une concentration excessive de contaminants gazeux comme le monoxyde ou le dioxyde de carbone. S'assurer que les prises d'air ne captent pas de gaz d'échappement. Sinon, consulter un expert en qualité de l'air pour qu'il mesure les concentrations de contaminants gazeux et faire appel à un expert en CVCA pour qu'il révise les installations afin d'augmenter la ventilation et la circulation d'air, en particulier si les mesures de qualité de l'air indiquent la nécessité d'une meilleure dilution des gaz.

- **Contrôle de la qualité de l'air extérieur**

Il faut vérifier régulièrement la qualité de l'air de ventilation fourni dans les écoles et autres bâtiments situés dans des secteurs industriels ou dans des zones où la circulation automobile est intense.

Inspecter régulièrement les prises d'air pour repérer les excréments d'oiseaux, qui ont posé de graves problèmes dans certains cas.

- **Surveillance de la concentration de dioxyde de carbone**

Un débit de ventilation de 10 L/s/personne est recommandé pour maintenir la concentration de CO_2 en-deçà de 1 000 ppm.

Les installations CVCA de nombreux bâtiments ont été conçues pour des débits inférieurs. Dans certains cas, la concentration de CO_2 est passée de 400 à 1 000 ppm en moins d'une demi-heure d'occupation complète dans des locaux mal ventilés.

Un contrôle régulier de la concentration de CO_2 est conseillé. En cas de problèmes, il est recommandé de faire appel à un expert.

- **Surveillance des piscines**

L'humidité relative dans l'enceinte de la piscine ne doit pas être de beaucoup inférieure à 60% pour le confort des occupants ni très supérieure à 60% pour préserver les finis architecturaux.

Une vérification routinière avec un hygromètre permet de surveiller l'humidité relative.

Une légère dépression doit aussi être maintenue dans l'enceinte des piscines pour éviter les dommages dus à l'infiltration d'humidité dans la structure et la propagation de vapeurs nocives. Cela peut être vérifié en ouvrant une porte donnant sur un corridor et en notant la direction d'écoulement de l'air à l'aide d'un morceau de papier hygiénique.

Liste spéciale de vérification de la qualité de l'air dans les établissements de soins

- **Contrôle des infections**

Une légère dépression doit aussi être maintenue dans les chambres à coucher et les salles infectées afin d'éviter la propagation de l'infection aux zones stériles.

Si l'air pénètre dans les zones infectées, les installations CVCA fonctionnent bien. Dans le cas contraire, des mesures correctives doivent être prises.

Une légère pression positive doit être maintenue dans les salles d'opération, de réveil et de soins intensifs pour éviter l'entrée de microbes. Les mêmes recommandations s'appliquent. L'air d'alimentation des salles d'opération doit être aussi pur que possible. Pour cette raison, l'air qui pénètre dans ces salles doit passer par des filtres absolus (99.9% d'efficacité).

- **Contrôle des odeurs**

Certains patients, en particulier les malades chroniques, ne peuvent s'empêcher d'évacuer certaines matières dont l'odeur est trop forte pour être diluée par la ventilation.

Dans ces cas, il peut être nécessaire de prévoir des générateurs d'ozone pour rendre la chambre habitable pour les autres patients et le personnel. Il faut prendre soin de maintenir la production d'ozone sous le seuil moyen de perceptibilité sensorielle. Ce seuil se situe à 0.05 partie par million, ce qui est inférieur à la concentration de 0.10 ppm, qui est jugée acceptable pour une exposition de courte durée.

- **Contrôle des vapeurs de laboratoire**

Dans les laboratoires d'hôpitaux, il faut éviter que des vapeurs nocives se propagent dans toute la pièce par une évacuation directe à partir de hottes.

- **Évacuation sanitaire de l'air**

Le débit continu d'extraction minimal pour une chambre de malade et pour chaque appareil sanitaire est de 50 pi^3/min. Si les odeurs persistent dans les toilettes, le débit d'extraction doit être vérifié.

- **Surveillance de l'incinération**

Les hôpitaux ont toutes sortes de déchets à éliminer. Environ 1% de ces déchets sont biologiques. L'élimination de ceux-ci est coûteuse puisqu'elle exige une incinération de haute qualité.

Un certain nombre d'hôpitaux installent maintenant un nouveau type d'incinérateur ayant un taux de chauffe et un volume de foyer suffisant pour maintenir l'effluent à une température de 1 000 °C pendant au moins 1/2 seconde. Ces conditions permettent d'éliminer les odeurs, la plupart des particules et toutes les formes de contaminants biologiques.

Puisque la combustion de matières plastiques produit inévitablement l'émission d'un peu de NO_x, de chlore et occasionnellement de dioxine, il est essentiel que la cheminée soit assez haute pour être à bonne distance des prises d'air frais.

Les résidus d'un incinérateur très perfectionné et bien utilisé devraient être composés de particules très fines, être parfaitement stériles et pouvoir être enterrés dans une décharge publique.

Les sacs de déchets à incinérer devraient être entreposés dans un local spécial le long de l'incinérateur.

Les autorités compétentes en matière d'environnement sont en train de réviser les directives concernant les limites d'émission par les incinérateurs.

- **Contrôle des produits anesthésiques**

Les anesthésiques utilisés dans les salles d'opération doivent être évacués à la source. L'air d'alimentation fourni aux salles d'opération ne doit pas avoir une concentration d'oxyde nitreux supérieur à 0.04 ppm. Il est donc important que l'air évacué au niveau des installations hors-toit le soit à bonne distance des prises d'air frais.

- **Contrôle de l'effluent des cheminées**

Les cheminées d'hôpitaux doivent être assez hautes pour éviter que l'effluent redescende dans les prises d'air frais. S'il y a des doutes à ce sujet, il faut faire appel à un spécialiste en qualité de l'air.

4.5 Études de cas

La présente section décrit six études de cas reliées à différents problèmes : mauvaise distribution de l'air, contaminants biologiques, humidité excessive, prises d'air frais mal situées et changements dans les activités des occupants.

Dans tous les cas, on s'est intéressé à ces problèmes à la suite de plaintes. Toutefois, des inspections de routine peuvent permettre d'éviter la plupart des problèmes. La méthode de vérification décrite à la section 4.3 devrait éviter plus de 80% des problèmes.

Cas 1

Dans un immeuble administratif de Toronto, deux problèmes ont été identifiés lors des passages saisonniers du chauffage au refroidissement, au printemps, et du refroidissement au chauffage, en automne :

a) faible circulation d'air sur trois étages
b) plaintes d'inconfort.

Le bâtiment avait huit étages et environ 170 000 pi2 de surface de bureaux et de commerces.

Les installations mécaniques étaient assez typiques : ventilateur central desservant les zones centrales et un système d'induction d'air primaire desservait les zones périmétriques, avec capacité de d'inversion automne-hiver. Les faux-plafonds étaient utilisés comme plénums d'air de retour.

Au départ, l'inspection s'est concentré sur le fonctionnement des deux systèmes de ventilation. Tous deux fonctionnaient aux conditions de service prévues et fournissaient suffisamment d'air extérieur pour répondre amplement à la demande minimale des occupants, soit 10 L/s/personne.

La température dans les zones occupées se situait dans la plage de confort, entre 23 et 24 °C, mais l'humidité relative n'était que de 22%. Le contrôleur d'humidité relative était déréglé.

On a constaté que plusieurs thermostats dans les zones desservies par le système d'induction étaient débranchés ou non opérationnels. Les ajutages des appareils d'induction étaient très encrassés et leur ouverture dégagée n'était plus que de 40% du calibre normal. Les compresseurs d'air principaux du système de régulation pneumatique fonctionnaient avec la même huile depuis un certain temps et cette huile avait dérangé le fonctionnement de plus d'une centaine de thermostats à inversion desservant les appareils à induction.

Dans les zones des trois étages où des occupants se plaignaient d'une circulation insuffisante, des cloisons avaient été changées sans tenir compte du fait que le vide au-dessus du faux-plafond servait de plénum d'air de retour et les nouvelles cloisons se prolongeaient jusqu'à la dalle de plancher au-dessus, obstruant ainsi le passage de l'air de retour.

Cas 2

Un immeuble administratif typique de 20 étages construit en 1975 utilisait un système à débit d'air variable pour le refroidissement et un chauffage à l'eau chaude.

Pendant les mois d'hiver, la faible charge de refroidissement faisait que les boîtes à débit d'air variable restaient réglées à leur position d'ouverture minimale. Les occupants des bureaux périmétriques se plaignaient que l'air était stagnant.

La solution adoptée fut d'établir une régulation par rétroaction entre le thermostat de zone et le contrôleur d'air d'alimentation, qui commandait une température supérieure de l'air d'alimentation. La température supérieure de l'air d'alimentation faisait ouvrir les boîtes à débit d'air variable, ce qui augmentait la circulation.

La figure 4.5.5 illustre une régulation à débit d'air variable type et la figure 4.5.6 illustre la régulation modifiée avec le mécanisme supplémentaire (boucle de rétroaction) installé.

Pendant l'été, lorsque le point de rosée de l'air extérieur est élevé, il est n'est pas bon d'augmenter la température de l'air d'alimentation, ce qui accroît également l'humidité relative et la porte à un niveau inconfortable. Pour éviter cette situation, on installe dans la zone un humidistat ayant priorité sur la demande d'une température supérieure de l'air d'alimentation.

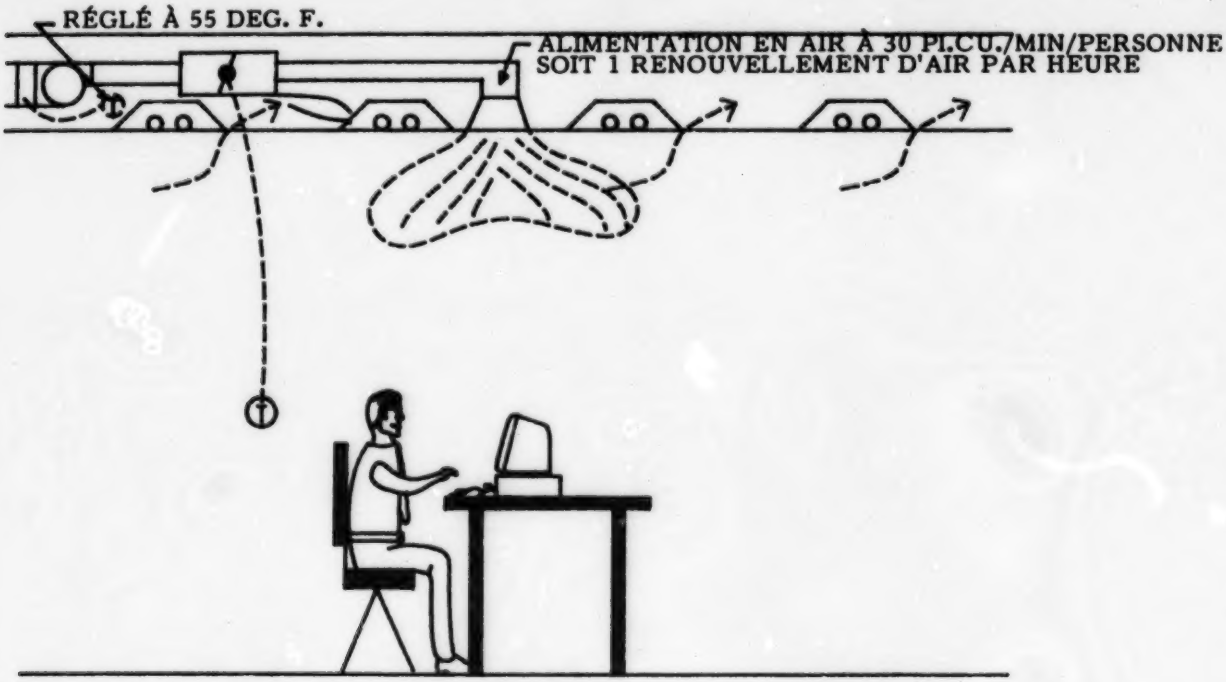


FIGURE 4.5.5

AVANT - CIRCULATION D'AIR INSUFFISANTE

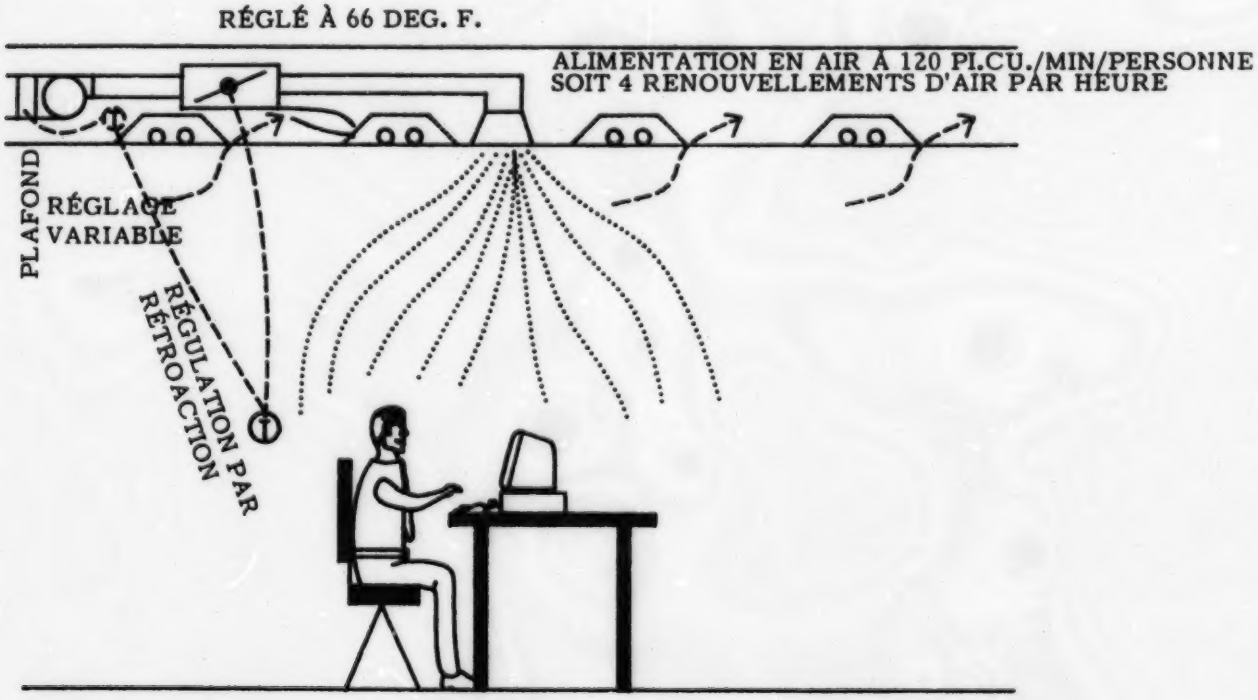


FIGURE 4.5.6

APRÈS - CIRCULATION ACCRUE PAR L'AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE DE CONSIGNE JUSQU'À CE QUE LE REGISTRE À DÉBIT D'AIR VARIABLE SOIT COMPLÈTEMENT OUVERT

MODIFICATION D'UN SYSTÈME À DÉBIT D'AIR VARIABLE POUR MAINTENUR UNE CIRCULATION D'AIR ADÉQUATE

Cas 3

Une école construite en 1973 a dû être soumise à une longue inspection en raison d'un problème d'odeurs et de santé.

L'odeur était présente lorsque l'école était neuve et a persisté pendant neuf ans. Au début, on s'en est moqué, mais certains enfants souffraient régulièrement de fatigue, de maux de tête, de nausées et de problèmes d'estomac. Une investigation a été menée à la suite des plaintes des parents.

En 1977, une investigation finale a été faite par le Programme de sécurité professionnelle et on a procédé à des inspections de suivi en 1978 et 1980. À chaque fois, une brève analyse était faite pour s'assurer qu'aucun polluant de l'air ne s'y trouvait en concentrations excessives et que des pesticides ou d'autres produits chimiques n'étaient pas mal utilisés dans l'école. À chaque fois, le rapport ne révélait aucun danger pour la santé.

En 1981, les parents ont formé un groupe d'action bien organisé et ont persuadé le Programme de santé professionnelle d'effectuer encore une investigation. Pour les inspecteurs, il était clair que l'odeur émanait du coussinage de caoutchouc-mousse du tapis.

Des mesures de l'air d'appoint indiquaient un débit plus que suffisant (20 L/s par étudiant). Des échantillons d'air ont été analysés par un chromatographe en phase gazeuse-spectromètre de masse (appareil CG-SM). Le styrène était le seul produit organique volatile dont la concentration dépassait la plage des quelques parties par milliard.

Plusieurs types de phénols ont aussi été trouvés mais à de faibles concentrations.

On a déterminé que ces phénols provenaient de la colle de résines de bois utilisée pour coller le tapis. Le styrène émanant du coussinage de mousse de butadiène était donc la source du problème.

Finalement, le vieux tapis a été retiré et la vieille colle, enlevée par des grattages et ponçages répétés. Un nouveau tapis a été installé environ six mois plus tard. Après plusieurs mois d'occupation subséquente, le principal n'a signalé aucune plainte concernant des odeurs ou des malaises inhabituels.

Cas 4

Le personnel et les patients d'une clinique étaient ennuyés par une odeur de moisi dans la chambre d'un patient. Des frottages et des désinfections successifs ne permettaient pas de régler le problème.

La cause de l'odeur de moisi était évidemment de nature biologique, mais d'où provenait-elle? La moisissure se produit généralement dans des endroits obscurs, chauds et humides comme les bacs d'égouttement, les tuyaux d'évacuation et les matériaux poreux endommagés comme les tapis, les meubles ou des carreaux de faux-plafond.

Dans le cas qui nous occupe, l'odeur émanait du mur en plaques de plâtre. Un autoclave utilisé pour stériliser les instruments dans la pièce voisine dégageait de la vapeur dans une pièce mal ventilée. Cet environnement était idéal pour la croissance de la moisissure sous le papier-tenture du mur mitoyen. Lorsqu'on enleva ce papier, toute la surface était couverte de moisissure noire.

L'humidité s'était infiltrée dans les plaques de plâtre et s'était condensée sous le papier imperméable du côté de la chambre du patient. Ces conditions permirent la croissance de spores de moisissure qui avaient été "emmurées" pendant la construction.

La solution : l'autoclave fut déménagé dans un salle bien ventilée et le mur moisi fut remplacé.

Cas 5

Dans un immeuble administratif, certains occupants notaient occasionnellement une faible odeur de cuisine. Un cadre haut placé, qui avait un excellent odorat, avisait l'architecte résident chaque fois qu'il percevait certaines odeurs incommodantes.

Une investigation immédiate eut lieu. L'immeuble comptait sept étages avec une cuisine et une cafétéria au premier étage. Le local principal des ventilateurs sur le toit contenait tous les ventilateurs centraux d'alimentation ainsi que les ventilateurs d'extraction des toilettes et de la cuisine. Le ventilateur d'extraction de la cuisine rejetait l'air dans une petite construction de maçonnerie hors-toit avec parois grillagées. Pour des raisons d'architecture, cette construction avait été placée au milieu du toit du local d'installations mécaniques, directement au-dessus du plénum principal d'air mélangé. Le raccordement direct du ventilateur de la cuisine à la hotte d'extraction se trouvait en partie dans le plénum d'air mélangé. Même avec un odorat moins développé, on pouvait facilement déceler les odeurs de cuisine provenant de petites fuites dans le conduit de refoulement du ventilateur de cuisine. La solution semblait à portée de la main.

Il fut décidé d'isoler le conduit de la cuisine du plénum d'air mélangé grâce à une cloison de plaques de plâtre étanche à l'air. Malheureusement, le cadre continua de se plaindre même après les travaux.

On procéda à une seconde investigation, encore plus rapide que la première. On conclut cette fois que, dans certaines conditions de vent, les vapeurs du plénum d'extraction étaient soufflées sur le toit du local des installations mécaniques et descendaient par la principale prise d'air frais.

La solution finale : le conduit d'extraction de la cuisine fut prolongé à travers le toit du plénum d'extraction et on installa une hotte refoulant vers le haut à une vitesse d'environ 3 500 pi/min (voir la figure 4.5.2). Après ces travaux, il n'y eut plus de plaintes.

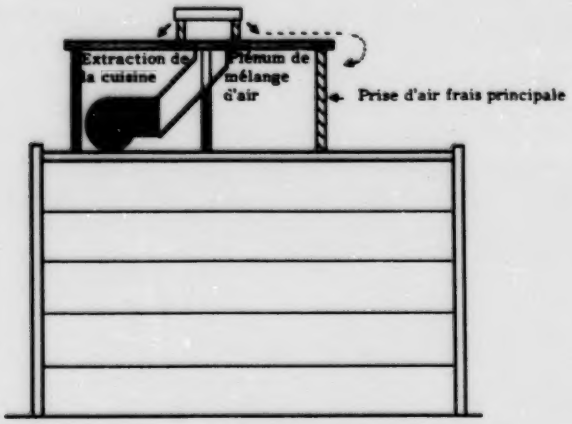


FIGURE 4.5.1

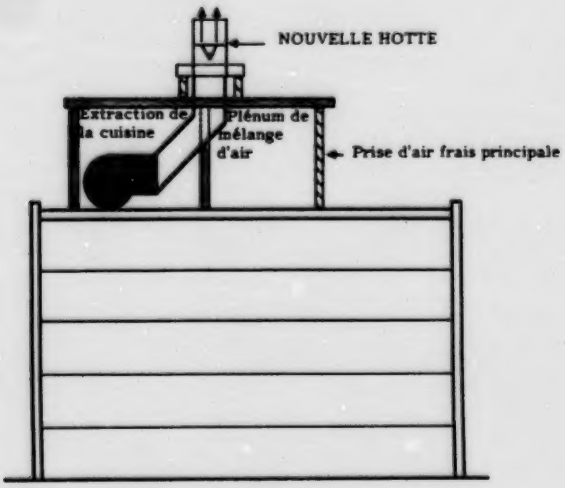


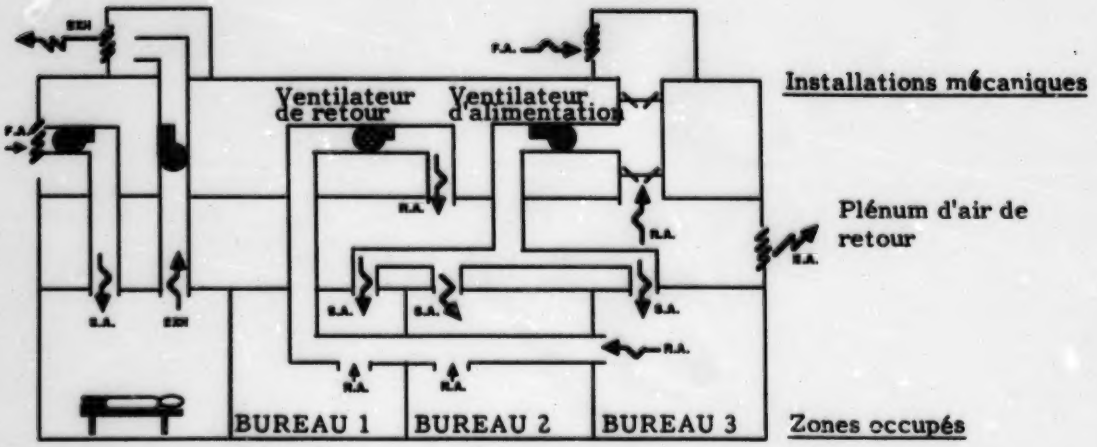
FIGURE 4.5.2

Cas 6

Cette étude de cas illustre comment les occupants d'un bâtiment peuvent être les architectes de leurs malheurs. Ce cas démontre également comment l'usage et l'occupation d'un bâtiment peuvent changer, avec le temps, d'une façon que l'équipe de conception ne pouvait prévoir.

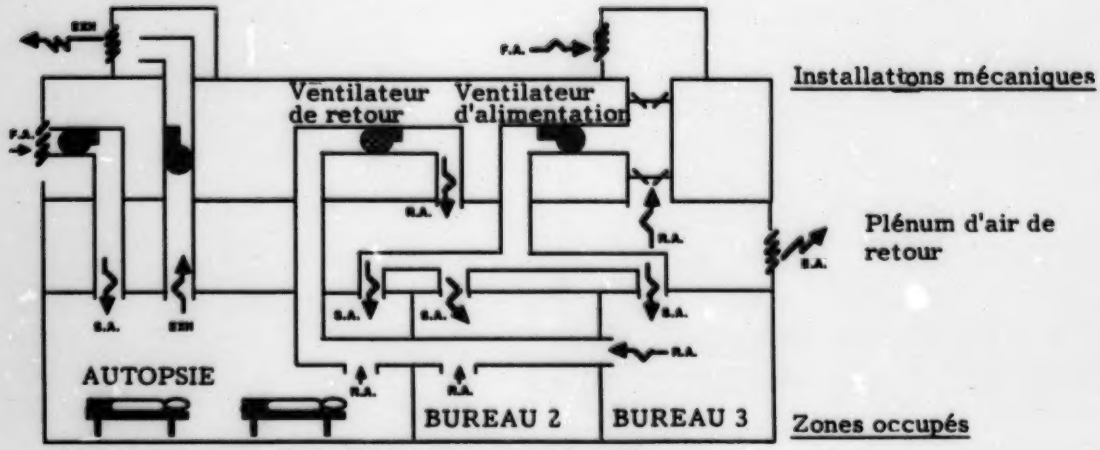
Ce cas s'est produit dans un grand complexe hospitalier. Pour simplifier les choses, les figures 4.5.3 et 4.5.4 n'illustrent que deux zones : les locaux d'autopsie et les aires de bureaux. La figure 4.5.3 illustre l'objectif de la conception des systèmes de ventilation : la salle d'autopsie desservie par un système à alimentation en air frais à 100% et extraction directe; les aires de bureaux desservies par un système de recyclage. Il est important de noter que l'air des bureaux est retournée à un grand plénum sous l'installation mécanique hors-toit principale.

Au fil des ans, l'établissement a accru ses activités d'enseignement et le département d'autopsie a été agrandi vers la zone des bureaux. Personne n'a pensé au fonctionnement du système de ventilation et, pendant plusieurs années, l'air contaminé des salles d'autopsie a été retourné au plénum général et recirculé dans la plupart des zones du bâtiment. On ne s'est rendu compte du problème que lors d'un relevé des économies d'énergie réalisables dans l'établissement.



ÉTUDE DE CAS: ÉTABLISSEMENT DE SANTÉ
FONCTIONNEMENT PRÉVU DES SYSTÈMES DE VENTILATION

FIGURE 4.5.3



ÉTUDE DE CAS: ÉTABLISSEMENT DE SANTÉ
FONCTIONNEMENT RÉEL DES SYSTÈMES DE VENTILATION

FIGURE 4.5.4

5.0 DIRECTIVES ET RÈGLEMENTS

5.1 Introduction

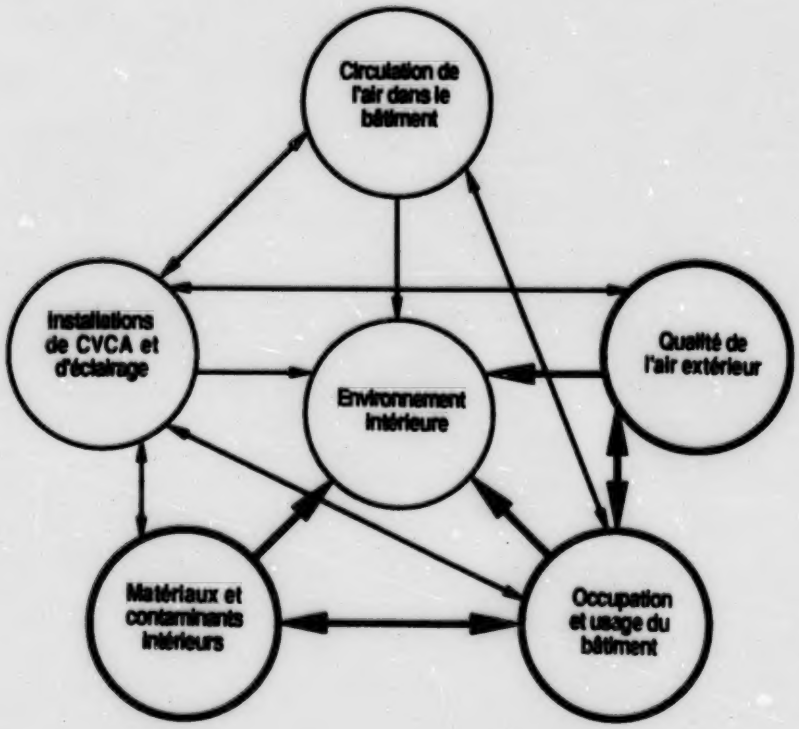


FIGURE 5.1.1

L'environnement intérieur devrait être conforme aux directives et règlements gouvernementaux.

Les sections précédentes ont porté sur les agents polluants et sur les moyens de les limiter. La présente section portera sur les directives et règlements actuellement en vigueur.

5.2 Droit à l'information des travailleurs

Les directives et règlements concernant la qualité de l'environnement dans les bâtiments se sont élaborés à mesure qu'on a acquis une meilleure compréhension de la nécessité de l'air grais pour la santé, des principaux contaminants dans l'air et de leur effets.

À l'heure actuelle, il n'existe pas encore de règlements appliqués à l'échelle du pays relativement à l'environnement. Les règlements existants sont mis en application par les services d'hygiène et de sécurité au travail des ministères du Travail des différents provinces.

Dans certaines provinces, des poursuites peuvent être entreprises contre un employeur qui ne maintient pas les concentrations de contaminant au-dessous de certains seuils préétablis, qu'on appelle valeurs limites d'exposition (VLE). Les VLE les plus utilisées ont été établies statistiquement par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ou par l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) et sont basées sur les données d'une population "en santé". Toutefois, de nombreuses provinces n'utilisent pas du tout les VLE et se fient plutôt sur des critères moins formels, basés sur l'usage et l'occupation du bâtiment ainsi que sur l'avis d'experts. Dans tous les cas, les règlements concernant la qualité de l'air ont jusqu'à maintenant porté principalement sur le secteur industriel, où les travailleurs sont souvent exposés à des produits chimiques dangereux. Les valeurs limites d'exposition pour l'industrie dépassent les concentrations qu'on retrouve généralement dans les établissements commerciaux et sont de loin supérieurs à celles qu'on a récemment associées au "syndrome des édifice à bureaux".

Au Canada, il n'existe pas de lois réglementant l'application de normes environnementales dans les immeubles administratifs ou ouverts au public. En Ontario, l'Industrial Establishment Regulation 131 stipule que les bâtiments doivent être adéquatement ventilés par des moyens naturels ou mécaniques, mais l'expression "adéquatement ventilés" n'est pas juridiquement définie. Les VLE industrielles peuvent être classés "industriels". Par contre, dans certains bâtiments, comme les écoles, les VLE industriels ne peuvent être imposées juridiquement comme seuils. La réglementation ne porte que sur les bâtiments industriels.

En Colombie-Britannique, les propriétaires de bâtiments peuvent payer une amende de 1 500 $ si les concentrations de contaminants mesurées dans leur bâtiment sont supérieures aux VLE industrielles.

Au Manitoba, si un inspecteur en hygiène et sécurité au travail constate une situation pouvant poser un problème, il peut émettre une ordonnance de rectification. Par la suite, si le propriétaire ou gestionnaire du bâtiment ne s'est pas conformé à l'ordonnance, l'inspecteur peut ordonner la fermeture du bâtiment.

Le tableau 5.1 fournit un résumé de l'information recueillie concernant les règlements relatifs à la qualité de l'air au Canada. Les renseignements y sont énumérés d'après l'ordre alphabétique des provinces et des numéros de téléphone sont fournis si plus d'information est nécessaire.

En Ontario, un comité inter-ministériel sur la qualité de l'air intérieur est en train de préparer une série de directives sur la qualité de l'air. On s'attend que ces directives puissent constituer une base à partir de laquelle des normes applicables aux immeubles administratifs et publics pourront être établies partout au pays.

En Amérique du Nord, les débits minimaux de ventilation ont passé de 2.5 L/s (5 pi^3/min) à 15 L/s (30 pi^3/min) par personne au cours du dix-neuvième siècle. Cette augmentation coincidait avec une meilleure compréhension des maladies transmises par l'air comme la tuberculose. Au vingtième siècle, à mesure que la menace de ces maladies a diminué, les débits minimaux sont redescendus de 15 L/s (30 pi^3/min) par personne en 1905 à 2.5 L/s (5 pi^3/min) en 1973.

L'American Society of Heating, Ventilation and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) a été l'un des premiers organismes à établir des directives concernant la qualité de l'air. Les recherches de l'ASHRAE ont mené à la publication de débits minimaux de ventilation afin de maintenir un environnement intérieur acceptable. Cette information est incluse au tableau 5.2.

La norme initiale, ASHRAE 62-1973, a été publiée en 1973 et était basée sur les débits "minimaux" et "recommandés" de renouvellement d'air extérieur par personne pour différents types de locaux. On n'y faisait aucune distinction entre les locaux où on pouvait fumer et ceux où c'était interdit. Il s'en est suivi que de nombreuses installations mécaniques ont été conçues pour fournir le débit minimal de ventilation afin d'obtenir un rendement énergétique optimal; malheureusement, ces débits minimaux se sont parfois avérés insuffisants lorsqu'une forte proportion des occupants étaient fumeurs.

Le norme a été révisée en 1981 et, cette fois, elle n'indiquait qu'un débit de renouvellement d'air minimal pour chaque type de locaux. Elle apportait aussi une distinction entre les locaux pour fumeurs et pour non fumeurs, ce qui constitue une base plus logique pour la conception des installations de ventilation. Les zones pour fumeurs nécessitent un volume d'air jusqu'à cinq fois plus grand que les zones pour non-fumeurs servant à la même fonction.

Une révision de cette seconde norme (ASHRAE 62-1981R) a été proposée et est actuellement soumise aux commentaires du public par l'ASHRAE.

Tableau 5.1

Règlements provinciaux pour les bâtiments administratifs et résidentiels (AU 31 MARS 1988)

QUALITÉ DE L'AIR AU CANADA

Province	Autorité compétente	Essai normalisé	VLE utilisées	Normes de ventilation	Amendes
Alberta	Community and Occupational Health, Occupational Hygiene Branch, Occupational Health and Safety Division, Edmonton (403) 427-4792	Aucune	Essentiellement les mêmes que l'ACGIH	5 000 ppm de CO_2	Aucune
Colombie Britannique	Ministry of Labour, 6951 Westminster Highway, Richmond, (604) 276-3100	Tubes Draeger pour mesurer le CO, le CO_2 et les hydrocarbunes; parfois la nicotine	ACGIH	Norme ASHRAE (voir tableau 5.2)	1500 $ ou plus si les VLE sont dépassées dans les lieux de travail
Manitoba	Environmental & Workplace Safety and Halth, Workplace Safety and Health Division, 1000-330 St. Mary Avenue, Winnipeg, (204) 945-3446	Mesure du CO_2 an besoin		Norme ASHRAE 62	Aucune
Nouveau Brunswick	Ministère du Travail, Occupational Safety and Health Division, Fredericton, (506) 658-2460	Humidité, CO_2	ACGIH une concentration de la moitié des VLE nécessite des mesures correctives	600 ppm de CO_2 pour les bureaux	Aucune
Terre Neuve	Ministry of Labour Occupational Safety and Health Division, St. John's, (709) 576-2644	Mesure du CO_2			

Tableau 5.1 (suite...)

Nouvelle Écosse	Department of Labour Occupational Health Division, C.P. 697, Halifax, (902) 424-4328	Les occupants du bâtiments reçoivent une liste de vérification des mesures préliminaires à prendre ainsi qu'un questionnaire. Les essais sur place sont ensuite basés sur les réponses obtenues.	ACGIH et NIOSH
Ontario	Service Hygiène au travail, Direction de l'hygiène au travail, Ministère du Travail de l'Ontario, Scarborough (Ontario), (416) 3557	Tableau 5.3 à 5.4	Norme ASHRAE 62
Ile-du-Prince -Édouard	Department of Labour Occupation Health and Safety Division, Charlottetown, (902) 892-3416	Humidité de 30% et plus, maintenir les VLE	
Québec	Association paritaire pour la santé et sécurité du travail, Secteur administration provinciale, 505 boul. de Maisonneuve ouest, Montréal (Québec) (514) 288-1551	Tableau 5.5 norme provinciales	Norme provinciales
Saskatchewan	Minitry of Labour Occupational Safety and Health Division, Regina, (306) 787-4505	VLE américaines, danoises et ontariennes utilisées comme référence seulement	

Tableau 5.2

DIRECTIVES ASHRAE

Locaux commerciaux	Nombres de personnes estimé par 1 000 pi² d'aire de plancher	ASHRAE 62-1973 Débit d'air extérieur requis pour occupant		ASHRAE 62-1981		ASHRAE 62-1981R PROPOSÉ	
		Minimum	Recommandé	Fumeurs	Non-fumeurs		
				pi³/min	pi³/min/personne	pi³/min/pi²	
Garages, ateliers de stations-services							
Parcs de stationnement réparation de véhicules, (autres qu'à ciel ouvert)	-	15	2.3	1.5	1.5		1.5
Ateliers de réparation (général)	-	15	2.2	1.5	1.5		1.5
Théâtres							
Auditorium (interdiction de fumer)	150	5	5.10		7	15	
Auditorium (autorisation de fumer)	150	10	10.20	35		15	
Salles de danse (publiques)	100	15	20.25	35	7	25	
Gymnases et arénas							
Aires de jeu (avec peu ou pas de sièges)	70	20	25.30	-	20	20	0.05
Vestiaires	20	30	40.50	35	15		
Zone pour spectateurs	150	20	25.30	35	7	15	
Piscines	25	15	20.25	-	0.5		0.5
Patinoires (poir patins à glace ou à roulettes et pour le curling)	70	10	15.20	-	20		0.5
Gares							
Salles d'attente	50	15	20.25	35	7	15	
Guichets et zones pour bagages, corridor et zone des quais	50	15	20.25	35	7	15	
Halls	150	10	15.20	35	7	15	

Tableau 5.2

DIRECTIVES ASHRAE

Locaux commerciaux	Nombres de personnes estimé par 1 000 pi^2 d'aire de plancher	ASHRAE 62-1973 Débit d'air extérieur requis pour occupant		ASHRAE 62-1981		ASHRAE 62-1981R PROPOSÉ
		Minimum	Recommandé	Fumeurs	Non-fumeurs	
				pi^3/min	pi^3/min/personne	pi^3/min/pi^2
Bureaux						
Bureaux à aire ouverte	10	15	15.25	20	5	20
Salles de réunion	60	25	30.40	35	7	20
Salles de consultation de médecin	-	20	10.15	35	7	-
Salles d'attente	30	20	15.20	35	7	15
Établissements d'enseignement						
Salles de class	-	-	-	25	5	15
Laboratoires	-	-	-	-	10	20
Bibliothèques	-	-	-	-	5	15

5.3 Droit à l'information des travailleurs

La loi fédérale C-70 sur les produits dangereux a récemment été modifiée afin de confier aux fournisseurs et aux employeurs la responsabilité d'informer les travailleurs au sujet des produits dangereux sur les lieux de travail. Cette réglementation est appelée Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDT) et se subdivise en trois parties :

1. **Étiquetage** : les fournisseurs doivent apposer sur leurs produits une étiquette indiquant :

   - les dangers possibles
   - les précautions d'emploi
   - les premiers soins.

2. **Fiche technique santé-sécurité (FTSS)** : tous les employeurs doivent garder à portée de la main un registre de fiches techniques détaillées.

3. **Programme de formation des travailleurs** : une fois l'an, l'employeur doit fournir à ses employés une formation sur les dangers possibles, les précautions à prendre et les mesures de premiers soins.

La loi C-70 (SIMDT) ne porte pas sur les produits de consommation.

Chaque province aura ses propres amendements à cette loi. La loi sur le droit à l'information des travailleurs sera mise en application dans tous les bâtiments par des inspecteurs. Les bâtiments fédéraux relèveront des inspecteurs fédéraux et tous les autres bâtiments, des inspecteurs provinciaux. Tous les fournisseurs, fabricants et employeurs doivent se conformer à la loi à partir du 31 octobre 1988.

5.4 Directives sur le confort thermique et d'autres paramètres

Les tableaux 5.3 et 5.4 fournissent une information détaillée sur les exigences en Ontario.

Le Québec a ses propres valeurs limites d'exposition dont certaines sont énumérées au tableau 5.5.

Le tableau 5.6 fournit une liste de certaines normes acceptables concernant les composés organiques volatiles (Bayer, 1987).

Les renseignements fournis par différents paliers gouvernementaux peuvent être contradictoires. L'information obtenue par téléphone devrait toujours être vérifiée dans les textes de règlements et de directives. De plus, les lois existantes sont actuellement en cours de révision; quiconque désire des renseignements précis et à jour doit communiquer avec la direction de la hygiène et de la sécurité au travail du ministère du Travail de sa province.

Tableau 5.3

DIRECTIVES DU GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO CONCERNANT LES CONCENTRATIONS DE CO_2 DANS LES BÂTIMENTS COMMERCIAUX[1]

Moins de 600 ppm	Sans danger
Entre 600 et 800 ppm	Un certain danger, en particulier par temps chaud
Entre 800 et 1 000 ppm	On peut s'attendre à des plaintes.
Plus de 1 000 ppm	Plaintes fréquentes. Des mesures doivent être prises pour réduire la concentration sous 1 000 ppm.

[1] Ministère du Travail de l'Ontario, Occupational Health in Ontario, Volume 4, Number 3; juillet 1983.

Tableau 5.4

QUELQUES VLE ET NIVEAUX DE CONFORT[1] UTILISÉS EN ONTARIO

Contaminants	VLE	Valeur de confort
Dioxyde de carbone	5 000 ppm	800 à 1 000 ppm
Monoxyde de carbone	35 ppm	5 ppm
Formaldéhyde	1 ppm	0.1 ppm
Ozone	0.1 ppm	S/O
Micro-organismes	S/O	800 UFC/m3
Température	Équation complexe exprimée en °C (bulbe humide)	Hiver : 21 à 23 °C Été : 23 à 24.5 °C
Humidité relative	S/O	Hiver : 20 à 30% Été : 40 à 50%

1 La valeur de confort est la concentration acceptable pour un individu moyen. Elle est définie par l'ASHRAE comme la valeur à laquelle 80% de la population est satisfaite.

Référence : Contala, Anne; An Overview of Indoor Air Quality; document de l'Ontario Research Foundation présenté lors de l'ASHRAE Total Air Quality Seminar tenu à Toronto, le 7 avril 1986.

Tableau 5.5

VLE UTILISÉES AU QUÉBEC3

Contaminant	VLE
Poussière	10 000 ug/m3
Formaldéhyde	2 ppm
Monoxyde de carbone	50 ppm
Dioxyde de carbone	5 000 ppm
Ozone	0.1 ppm
Dioxyde d'azote	5 ppm
Oxyde nitreux	25 ppm
Naphta	300 ppm
Toluène	100 ppm

2 Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec; Rapport d'étude de la ventilation et de la qualité de l'air à la Régie de l'assurance-maladie du Québec; 1987.

Tableau 5.6

VLE recommandées par l'OSHA pour les composés organiques volatiles dans les immeubles administratifs

COMPOSÉ	VALEURS ACCEPTABLES (VLE À 1/10) POUR CHAQUE COMPOSÉ
* Toluène	10 ppm
* Tétrachloroéthane	5 ppm
* Trichloroéthane	5 ppm
* Benzène	1 ppm
* Chlorure de méthylène	10 ppm
Propanol	20 ppm
* Chloroforme	1 ppm
Acétate de butyle	15 ppm
Acétaldéhyde	10 ppm
Acétone	75 ppm
Cyclohexane	30 ppm
Acétate d'éthyle	40 ppm
Dioxane	2.5 ppm
Hexane	50 ppm
Cyclohexane de méthyle	40 ppm
Octane	30 ppm
Styrène	5 ppm
* Fréon	50 ppm
* Trichloroéthane 1,1,1	35 ppm

* Peut être cancérogène pour l'humain.

Ces produits sont les COV les plus courants, ils proviennent de solvants et de produits de nettoyage ou émanent de l'ameublement, des tapis et des cloisons. On en décèle généralement dans tous les immeubles administratifs et postes de travail.

6.0 SÉLECTION DES EXPERTS-CONSEILS

6.1 Critères de sélection des experts-conseils

Le méthode d'exploitation d'un bâtiment salubre est décrite à la section 4.3 du présent manuel. Certains problèmes environnementaux ne peuvent être réglés par la simple application de cette méthode et nécessitent l'aide d'experts-conseils.

Avant de commencer à chercher un expert-conseil, les propriétaires, gestionnaires et exploitants de bâtiments peuvent communiquer avec leurs ministères provinciaux, la division de l'hygiène et de la sécurité au travail du ministère du Travail, par exemple. Dans certaines provinces, on peut obtenir du ministère une évaluation des problèmes de qualité de l'environnement.

Les problèmes relatifs à l'environnement intérieur sont dus à un certain nombre de facteurs et tous les experts-conseils n'ont pas la même compétence pour les résoudre. Les types d'expertises requises peuvent être classés dans au moins huit catégories :

- Analyse de la QAI
- Ingénierie des installations CVCA
- Aménagement intérieur
- Architecture
- Professionnels de la santé
- Hygiénistes industriels
- Éclairage
- Acoustique

Les experts-conseils peuvent être spécialisés dans une ou plusieurs des catégories énumérées.

Comment peut-on trouver un expert-conseil? Un certain nombre d'organismes peuvent fournir des listes d'experts, entre autres

- Hygiène et sécurité au travail
- Ministère du Travail

Le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail à Hamilton (Ontario) dispose d'une base de données sur les experts-conseils et peut fournir des listes de ces compétences partout au Canada.

Les critères suivants doivent être considérés, quel que soit l'expert-conseil :

- Capacités
- Expérience de problèmes similaires
- Personnel
- Réputation
- Connaissance de l'emplacement

- Coûts associés à une analyse

Un choix basé uniquement sur le coût ne constitue pas nécessairement la façon la meilleure ni la plus économique pour résoudre les problèmes. La sélection peut être faite par désignation directe ou par un processus officiel.

Une demande de propositions officielle constitue le meilleur moyen pour le choix des experts-conseils dans les cas où le coût prévu des services est supérieur à 10 000 $. La demande de propositions devrait contenir les éléments suivants :

- un historique du problème d'environnement intérieur
- un sommaire des mesures et relevés pris par le personnel du bâtiment pour résoudre le problème
- une exigence voulant que l'expert-conseil visite les lieux avant de présenter sa soumission
- une exigence prévoyant que l'expert-conseil prépare un plan d'attaque pour régler le problème
- une mention indiquant que l'expert-conseil doit présenter une description détaillée des tâches à exécuter et des ressources consacrées à chacune
- un article exigeant que l'expert-conseil identifie chaque membre de l'équipe d'analyse, avec leurs compétences et leur expérience
- une exigence à l'effet que l'expert-conseil doit désigner un responsable de projet pour toutes les communications et les rapports
- un article demandant à l'expert-conseil de présenter au moins trois attestations d'expériences antérieures de travaux similaires.

Une bonne demande de propositions devrait définir en détail l'étendue des travaux. La définition de l'étendue peut être difficile dans le cas de problèmes environnementaux. Lorsque la demande de propositions ne peut décrire en détail l'étendue des travaux, le gestionnaire ou exploitant du bâtiment devrait prévoir un budget pour les travaux et demander aux soumissionnaires de décrire en détail de quelle façon ils utiliseraient cette somme pour leurs travaux.

Un guide pour la sélection des experts-conseils intitulé "When and How to Use Consultants Effectively" préparé par le ministère des Affaires municipales en 1986 est maintenant disponible au coût de 10.00 $. Pour se le procurer, on peut s'adresser à la Librairie du gouvernement de l'Ontario, Centre des publications, 880 Bay St., 5^{e} étage, Toronto (Ontario), M7A 1N8.

Le coût des services d'un expert-conseil est basé sur les critères suivants :

- Le matériel utilisé pour les mesures.
- Le nombre de mesures (emplacements, types de polluants, fréquence des mesures).
- La méthode utilisée pour les mesures.
- Le temps et la main-d'oeuvre pour certains types de mesures.
- Le temps de l'analyste.
- Les frais de transport encourus par l'analyste.
- Ces coûts varient d'année en année au gré des conditions économiques (ex. : inflation, disponibilité de meilleur équipement, etc.)

Le tableau 6.1 (Davidge, R.O.C., 1987) donne un aperçu des coûts liés à certains appareils et dispositifs de monitorage et à certaines méthodes de mesure. Ces coûts peuvent également varier selon les conditions économiques.

TABLEAU 6.1

Liste d'instruments pour la mesure des concentrations de contaminants et coûts correspondants

Contaminant	Instrument	Coût
CO_2	Analyseur de CO_2 Horiba APBA210	Environ 4 000 $
	Analyseur de CO_2 Fuji NDIRF	Environ 4 000 $
CO_2	Tubes Gastec ou Draeger	150 $
CO	CO 260 Monitor	1 200 $
	Analyseur numérique Gastec	1 500 $
	Tubes ou pompe Gastec Draeger	150 $
	Tube colorimétrique Gastec	
	Pompe	130 $
	Tubes	20 $/10 tubes
Particules	Pulvérimètre numérique MDA-PDC-1	8 300 $
Formaldéhyde	Dosimètre passif Protek et	
	Dosimètre personnel et analyse	50 $
	Impacteur et analyse	90 $/impacteur
	Dosimètre passif 3M (dosimètre	
	personnel et analyse)	50 $
	CEA Continuous Monitor	7 000 $
	Colorimètre de laboratoire Air	600 $/100
	Technology	échantillons
Amiante	Pompe d'échantillonnage d'air et filtre à air 37 MM	
	Acétate de cellulose (orifices de 8 um)	250 $/100 échantillons
Radon	Émanomètre de radon Air Check	20 $ + analyse
Température et humidité	Vaisal MHI-31/LHLMP-31UT	1 000 $
	Solomat série MPM	
	Psychromètres ventilés	S/O
	Psychromètres frondes	
	Thermomètres à bulbe sec et à bulbe humide	*
Inconfort thermique	Thermal Comfort Meter modèle 1212 de Bruel & Kjuer	6 000 $

*Vérifier auprès des détaillants locaux.

6.2 Méthodes d'évaluation

Méthodes proposées

Les trois méthodes de sélection de l'expert-conseil sont les suivantes :

a) Soumission la plus basse.
b) Sélection per une cotation numérique de certains éléments incorporés à la soumission.
c) Méthode mixte : sélection de la soumission la plus basse parmi ceux qui ont inclus un minimum d'éléments prédéterminés.

Les avantages et désavantages de ces trois méthodes sont les suivants :

Soumission la plus basse

Avantages :
a) Permet de prendre une décision en fonction du prix.
b) Facile à effectuer : on peut choisir l'expert-conseil dès que la proposition a été évaluée.

Désavantages :
a) Il est possible que la proposition la plus valable ne soit pas choisie.
b) Il est possible que le soumissionnaire qui demande le moins n'ait pas suffisamment d'expérience pour résoudre le problème.

Propositions évaluées grâce à un système de cotation numérique

Avantages :
a) Permet de considérer la proposition d'un expert-conseil autre que celui qui demande le moins.
b) Permet d'éliminer les experts-conseils qui constituent un risque sur le plan financier ou technique.

Désavantages :
a) L'évaluation demande du temps et de la compétence technique.
b) On évalue des éléments subjectifs qui sont difficiles à quantifier dans un système de cotation numérique.

Méthode mixte : cotation numérique et prix le plus bas

Avantages :

a) Permet une évaluation plus subjective des experts-conseils.
b) Le système de cotation numérique n'est pas absolu : le prix joue toujours un rôle important.
c) Les experts-conseils dont les propositions présentent un certain nombre de désavantages peuvent être éliminés.

Désavantages :

a) C'est l'évaluation qui requiert le plus de temps et de compétence technique.

6.3 Évaluation des propositions

La méthode d'évaluation consiste à allouer des cotes pour chaque facteur considéré dans la comparaison. Les cotes sont déterminées par une pondération de certains facteurs et par l'attribution d'un rang à chaque expert-conseil.

Le tableau 6.3.1 fournit un exemple des facteurs évalués.

Tableau 6.3.1

Facteur	Pondération	Rangs des experts-conseils			Cotes des experts-conseils		
		A	B	C	A	B	C
Expérience similaire							
Connaissance des lieux							
Coût des analyses							
Cote cumulative							

Les facteurs d'évaluation sont choisis en fonction des critères de sélection du gestionnaire ou de l'exploitant du bâtiment. Une fois le nombre de facteurs déterminé, on attribue une pondération à chaque facteur afin de refléter son importance dans les critères de sélection. Le total des pondérations devrait toujours être 100 ou 1 (si les pondérations sont des décimales).

Ensuite, on attribue un rang à chaque expert-conseil.

Les cotes de chaque expert-conseil sont calculées comme suit :

Cote = pondération x rang

Cote cumulative = somme des cotes de chaque expert-conseil

On choisit ensuite l'expert-conseil ayant la cote cumulative la plus élevée.

7.0 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

Allen, R.J., Wadden, R.A., 1982. Analysis of indoor concentrations of carbon momoxyde and ozone in an urban hospital. Environmental Research 27 (1):136.

Berglund, B., Johansson, I., Lindvall, T., 1982. A longitudinal study of air contaminants in a newly built preschool. Environ. Int. 8(1-6): 111-115.

Breysse, P.A., 1984., The office environment - how dangerous? In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Bureau of the Census. 1986. Statistical abstract of the United States. 106th ed., Washington, D.C.

Bureau of the Census. 1984. Annual housing survey: 1983, Part A. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Burge, H.A., 1984. Indoor sources for airborne microbes. In. Proceedings of the 7th Oak Ridge National Laboratory Life Sciences Symposium held in Knoxville, Tn; October 29-31, 1984.

Claridge, M., 1983. Photocopiers: an office hazard. Environmental Health. 91:246-247.

Constant, 1983 (tel que cité dans ECAO Research Needs Assessment).

Dudney, C.S., Matthews, T.G., Dreibelbis, W.G., Hawthorne, A.R., Thompson, C.V., 1986. Indoor pollutants in 70 houses in the Tennessee Valley area: study design and measurement methods. Oak Ridge, Tn: Oak Ridge National Laboratory.

Girman, J.R., Hodgson, A.T., Newton, A.S., Winkes, A.W., 1984. Volatile organic emissions from adhesives with indoor applications. In: Indoor Air. Volume 4. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Goransson, K., Anderson, R., Andersson, G., Markland, S., Andersson, K., Ostbye, P., Zingmark, P.A., 1984. An oubreak of occupational photodermatosis of the face in a factory in northern Sweeden. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Hawthorne, A.R., Gammage, R.B., Dudney, C.S., et al., 1984a. An indoor air quality study of forty east Tennessee homes. Draft. Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge, Tn.

Hawthorne, A.R., Gammage, R.B., Dudney, C.S., et al., 1984b. Effect of local geology on indoor radon levels: a case study. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Hollowell, C.D., Berk, J.V., Traynor, G.W., 1979. Impact of reduced infiltration and ventilation on indoor air quality. ASHRAE J. 21(7):49-53.

Holt, G.L., 1984. Sources of air contaminants in the office environment. Ann.Amer.Conf.Govt.Ind.Hyg. 10:15-19.

IAQ'86 Managing Indoor Air for Health and Energy Conservation. Proceedings of American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. May 18-20, 1987, Arlington, Virginia, USA.

Indoor Air'87 Proceedings of the 44th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Berlin (West), August 17-20, 1987.

Konopinski, V.J., 1984. Residential formaldehyde and carbon dioxide. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Kreiss, K., Hodgson, M.J., 1984. Building-associated epidemics. In: Indoor air quality. Walsh, P.J., Dudrey, C.S., Copenhover, E.D. (eds). Boca Raton, Fl: CRC Press Inc.

Lamm, S., 1984. Upper respiratory irritation symptoms and formaldehyde exposure levels among mobile home residents. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Lewis, R.G., Bond, A.E., Fitz-Simmons, T.R., Johnson, D.E., Hsu, J.P., 1986. Monitoring for non-occupational exposure to pesticides in indoor and personal respiratory air. Presented at: 79th annual meeting of the Air Pollution Control Association; June; Minneapolis, Mn. Pittsburgh, Pa; Air Pollution Control Association; paper no. 86-36.4.

Meyer, B., 1983. "Indoor Air Quality". Addison Wesley Publishing Company, Inc.

Molhave, L., 1982. Indoor air pollution due to organic gases and vapours of solvents in building materials. Environment International. 8(106):117-127.

Morey, P., Hodgson, M., Sorenson, W., Kullman, G., Rhodes, W., Visvessara. Environmental studies in moldy office buildings: biological agents, sources and preventive measures. Evaluating office environmental problems. American Conference of Governmental Industrial Hygienists Journal. 10:21-36.

Moschandreas, D.J., 1983. Pollutant and pollutant concentrations encountered in various indoor environments. ASHRAE Transactions. 83-1B:451-460.

National Research Council, 1981. Indoor pollutants. Committee on Indoor Pollutants. Washington, D.C.: National Academy Press.

Rittfeldt, L., Sandberg, M., Ahlberg, M.S., 1984. Indoor air pollutants due to vinyl floor tiles. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Sterling, E.M., Sterling, D.A., 1984. Air quality in hospitals and health care facilities. In: Indoor Air. Volume 5. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Technical University of Nova Scotia Seminar/Workshop on Indoor Air Quality, April 28-29, 1987.

Tichenor, B.A., 1986. Measurement of organic emissions from indoor materials - small chamber studies. Presented at EPA/EPCA Symposium on Measurement of Toxic Air Pollutants, Raleigh, NC, April 28, 1986.

Turiel, I., Hollowell, C.C., Miksch, R.R., Rudy, J.V., Young, R.A., 1983. Effects of reduced ventilation on indoor air quality in an office building. Atmospheric Environment 17(1):51-64.

Turk, B.H., Brown, J.T., Geis ing-Sobotka, K., et al., 1986. Indoor air quality measurements in 38 Pacific Northwest commercial buildings. Presented at the 79th Annual Meeting of the Air Pollution Control Association, Minneapolis, Mn., June 22-27, 1986.

USEPA. 1985. TEAM study draft final report. Volume I and II. Research Triangle Park, NC: Office of Research & Development.

Vedel, A., Nielsen, P.A., 1984. Phtalate esters in the indoor environment. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Versar 1984, "Indoor Air Pollution. The magnitude and anatomy of problems and solutions. A scoping study". Draft report prepared for USEPA.

Virgin, H.I., 1984. Effects of di-n-butylphthalate on the chlorophyll formation in green plants. In: Indoor Air. Volume 3. Compte-rendu de l'International Conference (3rd) on Indoor Air Quality and Climate tenue à Stockholm du 20 au 24 août 1984.

Wadden, R.A., Scheff, P.A., 1983. Indoor air pollution. New York: John Wiley and Sons.

Wallace, L., Bronbverg, S., Pellyjeri, E., Hartwell, T., Zelon, H., Sheldon, L., 1982. Agency's indoor air monitoring program. USEPA and Research Triangle Institute, NC.

Wallace, L.A., 1983. Carbon monoxide in air and breath of employees in an underground office. J. Air Pollut. Control Assoc. 7:678-683.

Wallace, L.A., 1986. The total exposure assessment methodology (TEAM) study: summary and analysis. Volume I. Final report. Unpublished. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

Wallingford, K.M., 1986. NIOSH indoor air quality investigations in office buildings. Indoor Air Quality Symposium. September 23-25, 1986. Atlanta, Ga. Georgia Institute of Technology.

Winchester and Nelson, 1979. (tel que cité dans ECAO Research Needs Assessment).

Woods, J.E., 1983. Sources of indoor air contaminants. ASHRAE Transactions. 89(1B):462-496.

Yocom, J.E., 1982. Indoor air quality relationships - A critical review. Journal Air Pollution Control Association. 32:500-520.

7.1 Définitions

Absorption : Processus par lequel une substance pénètre dans la structure interne d'une autre substance.

Adsorption : Adhérence d'une mince pellicule de liquide ou de gaz à la surface d'un solide.

Air ambiant : L'air entourant un objet.

Air d'alimentation : Air fourni aux locaux climatisés et servant à la ventilation, au chauffage, au refroidissement, à l'humidification et à la déshumidification.

Air d'appoint : Air extérieur fourni pour remplacer l'air évacué et l'air perdu par exfiltration.

Air de retour : Air évacué d'une pièce pour être ensuite recyclé ou évacué.

Air de ventilation : Partie de l'air d'alimentation qui est composée d'air extérieur et d'air recyclé et qui a été traitée de manière à maintenir une qualité d'air intérieur acceptable.

Air évacué ou extrait : Air évacué d'une pièce et non recyclé.

Air extérieur : Air prélevé à l'extérieur et qui n'a donc jamais circulé dans le bâtiment.

Air recyclé : Air repris des locaux climatisés et destiné à être réutilisé comme air d'alimentation.

Conditionnement d'air : Procédé consistant à traiter l'air de manière à répondre aux demandes de locaux climatisés en réglant la température, l'humidité, la propreté et la distribution de l'air.

Contaminant : Gaz solide ou liquide en suspension dans l'air et pouvant réduire l'acceptabilité de l'air.

Exfiltration : Fuite d'air vers l'extérieur par des fissures et des ouvertures dans les plafonds, planchers et murs de l'enveloppe du bâtiment.

Infiltration : Entrée d'air vers l'intérieur par des fissures et des ouvertures dans les plafonds, planchers et murs de l'enveloppe du bâtiment.

Micro-organisme : Organisme vivant microscopique, en particulier une bactérie, un champignon ou un protozoaire.

Odeur : Faculté des gaz, des liquides ou des particules de stimuler l'organe olfactif (nez).

Particule : État de la matière dans lequel un solide ou un liquide existe sous la forme de molécules ou particules agglutinées. Les particules en suspension dans l'air ont généralement entre 0.01 et 100 micromètres.

Poussière : Particules de matière solide en suspension dans l'air (aérosols) et dont le diamètre est généralement inférieur à 100 micromètres (um).

Qualité d'air intérieur acceptable : Qualité d'un air ne contenant pas en concentrations nocives des contaminants connus et dont une nette majorité (80% ou plus) des personnes qui y sont exposés se jugent satisfaites.

Système épurateur d'air : Dispositif ou ensemble de dispositifs utilisés pour réduire la concentration de contaminants aériens comme les micro-organismes, la poussière, les fumées, les particules pouvant être inhalées et les autres particules, gaz et vapeurs dans l'air.

Ventilation naturelle : Déplacement de l'air pénétrant dans un local ou en sortant par des ouvertures intentionnelles prévues comme les fenêtres et les portes, par des aérateurs ou par infiltration.

Zone occupée : Partie d'un local comprise entre 3 et 72 pouces (75 et 1 800 mm) au-dessus du sol et se trouvant à au moins 2 pieds (600 mm) des murs ou des appareils de climatisation fixes (voir la norme ASHRAE 55-1981).(5)

INSTRUCTIONS D'EXPLOITATION

(EXPLOITANT, PROPRIÉTAIRE OU GESTIONNAIRE DE BÂTIMENT)

Si vous recevez des plaintes concernant la qualité de l'environnement intérieur, prenez les mesures suivantes pour régler le problème.

Relations avec le public :

- Considérer chaque plainte comme valable et sérieuse.
- Assurer le plaignant que la santé des occupants est une priorité.
- Assurer le plaignant que le problème sera analysé et réglé.
- Demander au plaignant de signaler tout changement dans la situation dont il se plaint.

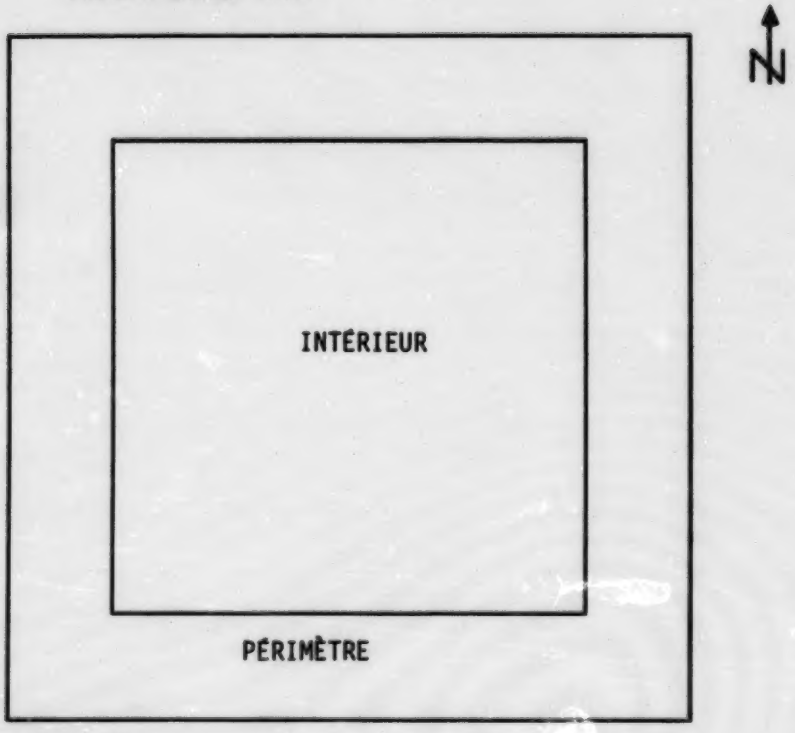
Analyse technique :

- Préparer un plan d'étage
- Indiquer la disposition des salles de ventilateurs
- Indiquer les zones desservies par chaque installation de ventilation
- Faire le total de chaque type de plaintes par étage
- Indiquer le nombre d'occupants par étage
- Commencer l'enquête en se fondant sur les plaintes sur chaque étage
- Mesurer la température et l'humidité relative aux endroits faisant l'objet des plaintes les plus nombreuses
- Consigner chaque type de plaintes dans un registre de qualité de l'air (p. A-3)
- Inspecter les filtres et les bacs d'humidificateurs pour constater si un entretien est nécessaire
- Vérifier si le débit d'air est suffisant dans les zones faisant l'objet de plaintes
- Mesurer les concentrations de CO_2 et de particules si l'appareillage nécessaire est disponible

Une fois que toutes ces mesures auront été prises, si les plaintes persistent, mener l'enquête suivante :

- Déterminer généralement les endroits visés par les plaintes.
- Inspecter l'emplacement précis, si les plaintes sont localisées.
- Faire une inspection générale si les plaintes sont dispersées.
- Fournir les résultats de l'analyse à l'expert-conseil choisi. Il pourra ensuite recommander d'autres mesures correctives.

PLAN D'ÉTAGE TYPE



INDIQUER:

. LES LOCAUX D'INSTALLATIONS DE VENTILATION
. LES ZONES DESSERVIES PAR CHAQUE LOCAL DE VENTILATION
. LES PLAINTES DANS CHAQUE ZONE

REGISTRES DE QUALITÉ DE L'AIR

PLAINTES RELATIVES À LA TEMPÉRATURE: TROP CHANGE, TROP FROIDE, AIR INSUFFISANT, AIR STAGNANT

2.)

ÉTAGE (ENDROIT)	HEURE	NOMBRE TOTAL DE PROBLÈMES	NOMBRE TOTAL DE PERSONNES	POURCENT.	TEMPÉRATURE EN °C	R.H. EN %

QUESTIONNAIRE GÉNÉRAL

Veuillez remplir le questionnaire suivant. Vous nous aiderez ainsi à déterminer s'il y a un problème de qualité de l'environnement intérieur.

(REMARQUE : Veuillez utiliser les abréviations suivantes : matin : M; après-midi : PM; toute la journée : TJ; hiver : H; été : É; automne : A; printemps : P.)

1. Poste de travail : étage ____, pièce ____
   Heure de la plainte : ____

2. Indiquer le nombre d'heures par semaine passées sur les lieux de travail _____

3. Dans la liste de symptômes qui suit, cochez ceux qui surviennent dans vos lieux de travail.

SYMPTÔME	OUI/NON	MOMENT DU JOUR	SAISON
MAL DE GORGE			
ÉTERNUEMENT			
CONGESTION DES SINUS			
IRRITATION DU NEZ (SAIGNEMENT)			
MAL DE TÊTE			
NAUSÉE			
ÉTOURDISSEMENT			
FATIGUE/SOMNOLENCE			
IRRITATION DES YEUX			
ARTICULATIONS DOULOUREUSES			
CONTRACTION DES MUSCLES			
MAL DE DOS			
OPPRESSION DE LA POITRINE			
IRRITATION DE LA PEAU			

4. Indiquer le nombre de jours par semaine où vous ressentez ces symptômes __

5. Quand ressentez-vous un soulagement?

6. Dans la liste de sources d'inconfort qui suit, cochez celles qui existent à votre poste de travail.

SOURCE D'INCONFORT	OUI/NON	MOMENT DU JOUR	SAISON
TROP CHAUD			
TROP FROID			
VARIATIONS SOUDAINES DE TEMPÉRATURE			
COURANTS D'AIR			
TROP SEC			
TROP HUMIDE			
AIR STAGNANT OU INSUFFISANT			
TAPIS MOUILLÉS			
SIGNES DE MOISISSURE			
ODEURS : MOISI			
APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE			
PRODUITS CHIMIQUES			
ÉCHAPPEMENT DE VÉHICULES			
GAZ NATUREL			
POUSSIÈRE			
CUISSON			
POUSSIÈRE			
BRUIT			
PROBLÈME D'ÉCLAIRAGE			

Répondre aux questions suivantes par un O (oui) si l'énoncé s'applique à votre cas.

7. Travaillez-vous avec l'un des appareils suivants :

DUPLICATEUR À L'ALCOOL (GESTETNER) ____

PHOTOCOPIEUR ____

MICRO-ORDINATEUR ____

TRAITEMENT DE TEXTES ____

MACHINE À ÉCRIRE ____

8. Souffrez-vous de:

FIÈVRE DES FOINS ____

ALLERGIE DE LA PEAU ____

AUTRE ALLERGIE ____

PROBLÈME DE SINUS ____

ASTHME ____

RHUME OU GRIPPE ____

9. Fumez-vous ou travaillez-vous à moins de 10 pieds d'un fumeur?

10. Portez-vous des lentilles cornéennes?

11. L'un ou autre des changements suivants a-t-il été apporté à vos locaux de travail? Indiquer lesquels.

TAPIS NEUFS ____

NOUVEAUX MEUBLES ____

NOUVELLES CLOISONS OU NOUVEAUX SÉPARATEURS ____

NOUVEL ÉCLAIRAGE ____

MODIFICATION À LA DISPOSITION ____

NOUVEAUX VENTILATEURS ____

Tableau B-1

Résumé des sources de pollution de l'air intérieur
Catégories et exemples de produits

CATÉGORIE DE SOURCES	EXEMPLES DE PRODUITS
Produits commerciaux et de consommation	
Produits de nettoyage et cires	Produit de nettoyage pour salle de bain en aérosol Produit de nettoyage pour fenêtres en aérosol non pressurisés Liquide de nettoyage tout usage (dilué ou non) Poudre abrasive de récurage Détergent pour lave-vaisselle Détachant concentré Cire liquide pour planchers Cire à meubles en aérosol Cire à meubles en pâte Désodorisants en aérosol et solides Produits de nettoyage pour fours
Peintures et fournitures connexes	Peintures (huile, acrylique, uréthanne, par exemple) Vernis et laques Teintures pour bois Diluants à peinture Produits de nettoyage pour pinceaux Décapants
Pesticides	Produits de traitement anti-termites pour les maisons Pesticides ménagers tout-usage en aérosol Poison à blattes (poudre, liquide, pulvérisateur) Poison à puces (poudre, liquide, aérosol) Rodonticide (poison à rats ou à souris) Fongicides (désinfectants ménagers)

CATÉGORIE DE SOURCES	EXEMPLES DE PRODUITS
Adhésifs	Colle au caoutchouc Colle pour modèles réduits (en plastique) Adhésif pour carrelage Adhésif pour céramique Colle à tapis Adhésifs tout-usage
Cosmétiques et produits de soins personnels	Parfums Désodorisants personnels (en bâton ou en aérosol) Poudre de corps (talc) Shampooings et savons de toilette Alcool à friction
Produits pour l'automobile	Liquides hydrauliques Huiles à moteur Essence Produits de nettoyage pour l'auto Cires pour véhicules
Produits pour passe-temps	Produits chimiques pour la photographie Adhésifs spéciaux Poussière d'argile Bouche-pores
Papiers et imprimés	Encres pour l'impression des journaux Papier hygiénique
Vêtements	Chandails Manteaux Vêtements pour la pluie
Ameublement	Tapis Meubles rembourrés Meubles en plastique Rideaux de douche Rideaux Couvertures Matelas

Tableau B-1 (suite)

CATÉGORIE DE SOURCES	EXEMPLES DE PRODUITS
Sources faisant partie du bâtiment	
Matériaux de construction	Panneaux de murs et de plancher (contreplaqué ou panneaux d'aggloméré par exemple) Adhésifs Isolants (amiante, fibre de verre, mousse d'uréthanne ou de styrène) Tuyaux de plastique Revêtements muraux en vinyle ou en plastique
Installations CVCA	Générateur d'air chaud à gaz Générateur d'air chaud à mazout Réservoirs de climatiseur
Garages	Échappement de véhicule
Appareillage électrique et transformateurs	Appareils d'éclairage fluorescent (ballasts contenant du PCB) Arcs électriques (ozone) Transformateurs contenant des PCB
Appareils à combustion	Chaufferettes au kérosène Cuisinières à gaz Chaufferettes au propane Poêles à bois et foyers
Sources produites par les occupants	
Fumée de tabac	Cigarettes Cigares Pipes
D'origine humaine ou biologique	Excréments d'animaux Animaux domestiques Plantes intérieures (spores, pollen)
Sources extérieures	
Air extérieur	Effluents des industries Eau souterraine contaminée Échappement de véhicules
Sols et roc	Radon

Tableau B-1 (suite)

CATÉGORIE DE SOURCES	EXEMPLES DE PRODUITS
Eau potable	Volatilisation de COV lors des douches, des bains et des autres utilisations d'eau potable
Eau souterraine contaminée	Infiltration dans les sous-sols
Équipement et fournitures	
Équipement de bureau	Photocopieurs
Fournitures d'art (écoles)	Peintures Diluants à peinture et produits de nettoyage Adhésifs Poussière d'argile Teintures Produits chimiques pour la photographie
Produits chimiques pour laboratoires	Solvants Catalyseurs Métaux

Tableau B-2

Résumé des catégories et sous-catégories de polluants et de leurs sources possibles

CATÉGORIE OU SOUS-CATÉGORIE DE POLLUANTS	SOURCES POSSIBLES
Gaz inorganiques (ex. : NOx, COx, SOx, O_3)	Installations de chauffage, ventilation et conditionnement d'air (CVCA) Appareils à combustion Tabac Air extérieur Garages (échappement des véhicules) D'origine humaine ou animale (métabolisme, respiration, etc.) Appareillage électrique
Métaux et autres matières inorganiques	Installations CVCA Appareils à combustion Tabac Air extérieur Garages (échappement des véhicules) Peinture et fournitures connexes Pesticides Matériaux de construction
Particules ou fibres	
- D'origine biologique (viable et non viable)	Installations CVCA (réservoirs de climateurs, filtres, serpentins, conduits, humidificateurs, etc.) D'origine humaine, animale ou végétale Air extérieur
- D'origine non biologique	Tabac Matériaux de construction (isolants, panneaux muraux, etc.) Installations CVCA Appareils à combustion Air extérieur Garages (échappement des véhicules) Produits de nettoyage et cires Pesticides Peintures et fournitures connexes

Tableau B-2 (suite)

CATÉGORIE OU SOUS-CATÉGORIE DE POLLUANTS	SOURCES POSSIBLES
	Cosmétiques et produits de soins pour le corps Ameublement et vêtements Activités nécessitant l'emploi de matériaux de bricolage et de passe-temps (revêtements de fibre de verre, ponçage du bois, etc.)
Polluants radioactifs (ex. : radon)	Sols et roc Matériaux de construction (brique, ciment, pierre) Eau potable (ex. : eau de puits)
Composés organiques volatiles (COV)	Produits de nettoyage et cires Peintures et fournitures connexes Pesticides Adhésifs Matériaux de construction (ex. : isolant, contreplaqué, carrelage) Ameublement et vêtements (ex. : meubles, rembourrage, tapis, vêtements) Journaux et imprimés Tabac Eau potable (aspirée, comme pendant une douche) Produits pour l'automobile Produits chimiques spéciaux associés aux passe-temps Cosmétiques et produits de soins pour le corps Garages (échappement de véhicules) Appareils à combustion Installations CVCA Produits chimiques pour laboratoires (dans les écoles) Fournitures d'art (dans les écoles) Matériel de bureau (photocopieur, etc.) Air extérieur
- Hydrocarbures aliphatiques (alcanes, alcènes et cycloalcanes, terpènes)	
- Hydrocarbures aromatiques (substitués et non substitués sur le cycle)	
- Hydrocabures halogénés (ex. : chlorure de vinyle, chlorure de méthylène, chloroforme, trichloroéthylène)	
- Alcools	
- Cétones	
- Aldéhydes	
- Éthers et esters	
- Composés organiques azotés (ex. : amines)	
- Composés organiques phosphorés et soufrés	

Tableau B-2 (suite)

CATÉGORIE OU SOUS-CATÉGORIE DE POLLUANTS	SOURCES POSSIBLES
Hydrocarbures aromatiques polynucléaires	**Tabac** **Installations CVCA** **Appareils à combustion** **Produits de nettoyage et cires** **Garages (gaz d'échappement)** **Produits pour l'automobile (ex. : huiles, liquides hydrauliques)** **Pesticides** **Peintures et fournitures connexes** **Adhésifs** **Divers**
- Acides **- Hétérocycliques oxygénés** **- Organo-siliciums**	**Tabac** **Installations CVCA** **Ameublement et vêtements** **Produits de nettoyage et cires** **Appareils à combustion** **Cosmétiques et produits de soins personnels**

Tableau B-3

Types et sources de polluants signalés dans les bureaux

POLLUANT OU CLASSE DE POLLUANTS	SOURCE(S)
Formaldéhyde (CH_2O)	Panneaux de particules, contreplaqué, urée-formaldéhyde, isolant de mousse, panneaux, appareils à combustion, fumée de tabac, textiles à pressage permanent, tapis, cosmétiques
Glycéride ou formaldéhyde	Isolant, meubles neufs, tapis, papier autocopiant (sans carbone), fumée de cigarette, tapis sur carrelages de plancher fixés par un adhésif
Ammoniaque	Photocopieurs, machines à microfilms, machines de reproduction de dessins techniques
Ozone (O_3)	Appareillage électrique, épurateurs d'air électrostatiques
Amines	Matériel d'humidification
Carbone	Photocopieurs
Alcool méthylique	Photocopieurs
Trinitrofluorène	Photocopieurs
Trinitroflucrénone	Photocopieurs
Alcool méthylique	Machines de reproduction à alcool
Méthacrylates	Machines à signatures
Organiques	
Hydrocarbures aliphatiques	Vernis, peintures, produits de polissage et de nettoyage
Aromatiques	Vernis, peintures, produits de polissage et de nettoyage
Alcools	Vernis, peintures, produits de polissage et de nettoyage

Tableau B-3 (suite)

POLLUANT OU CLASSE DE POLLUANTS	SOURCE(S)
Cétones	Vernis, peintures, produits de polissage et de nettoyage
Aldéhydes	Fumée de tabac
Acroléine	Fumée de tabac
Nicotine	Fumée de tabac
PCB	Papier autocopiant (sans carbone)
Phtalate de di-(2-éthylhéxyle)	Revêtements muraux en PVC et peut-être les reliures à anneaux en PVC Tapis sur carrelages de plancher fixés par un adhésif
Divers	Machines de reproduction, pesticides, adjuvants de chaudière, agents de nettoyage, fumée de tabac, sources de combustion, contamination provenant de zones mal ventilées, gaz d'échappement de véhicules, gaz de chaudière, air évacué puis recyclé, construction ou rénovation, vapeurs d'essence, mousse d'urée-formaldéhyde, panneaux de particules, colles et adhésifs, fibre de verre, calfeutrage, bactéries, champignons, protozoaires, produits microbiens
Microbes	
Thermophiles Actinomycètes	Poussière dans les installations CVCA Conduits, installations CVCA, eau pulvérisée
Flavobactérium	Aérosols provenant des réservoirs d'humidificateurs
Amibes non pathogènes	Boue contenant des microbes dans les réservoirs

Tableau B-3 (suite)

POLLUANT OU CLASSE DE POLLUANTS	SOURCE(S)
Penicillium	Serpentins de ventilation contaminés
Aérosols pouvant être inhalés	Fumée de tabac
Maladie des humidificateurs	
Allergènes	Humidificateurs de maison, refroidisseurs d'air climatiseurs d'automobile, saunas
Micropolyspora faeni	Systèmes de refroidissement à pulvérisation d'eau, humidificateurs de générateur d'air chaud, refroidisseurs d'air à évaporation
Endotoxine de flavobactéries	Humidificateurs
Actinomyces thermophiles	Eau dans les conduits de ventilation, poussière produite lors de la construction dans les conduits d'air, humidificateurs de générateurs d'air chaud, installations de chauffage et de conditionnement d'air
Penicillium	Appareils de chauffage et refroidissement
Bacillus subtilis	Humidificateurs
B. subtilis, autres organismes	Poussière de bois provenant de modifications à des salles de bain
Thermoactinomyces vulgaris	Humidificateur mural
Pullularia	Chaudières de bain sauna
Baccillus sereus	Humidificateurs
Cephalosporium	Humidificateurs, climatiseurs ou eau de robinet

Tableau B-4

Sources et types de polluants signalés dans d'autres environnements intérieurs

POLLUANT OU CLASSE DE POLLUANTS	SOURCE(S)
Monoxyde de carbone (CO)	Probablement la fumée de tabac
Ozone (O_3)	Photocopieuse dans une pièce voisine
Halothane	Salles de spectacles
Oxyde nitreux	Salles de spectacles

Tableau 5

Résumé des catégories de sources de polluants intérieurs et des facteurs ayant un effet sur le taux d'émission

CATÉGORIE DE SOURCES	FACTEURS AYANT UN EFFET SUR LE TAUX D'ÉMISSION
Produits commerciaux et de consommation	
Produits de nettoyage et cires Adhésifs Peintures et fournitures connexes Produits pour passe-temps Cosmétiques et produits de soins personnels Pesticides Produits pour l'automobile Journaux, imprimés et autres papiers Vêtements Ameublement	Composition chimique des produits, y compris la teneur en masse de chaque constituant La forme du produit (ex. : liquide, poudre, solide, cire) La méthode d'application ou d'utilisation (ex. : aérosol pressurisé ou non pressurisé, ou dilué en solution, application en poudre) Nature et intégrité structurale du produit (ex. : vitesse de décomposition) Propriétés physico-chimiques des constituants chimiques ou polluant (ex. : tension de vapeur, solubilité, masse moléculaire, grosseur des particules, flux de diffusion molaire)
Sources faisant partie du bâtiment	
Matériaux de construction	Nature et intégrité structurale du produit (ex. : vitesse de décomposition) Quantité du produit chimique ou polluant dans le matériau (ex. : quantité de polluant présente exprimée en fraction ou pourcentage de la masse)

Tableau B-5 (suite)

CATÉGORIE DE SOURCES	FACTEURS AYANT UN EFFET SUR LE TAUX D'ÉMISSION
Matériaux de construction (suite)	Propriétés physiques (ex. état physique, grosseur des particules) et chimiques (ex. : tension de vapeur, masse moléculaire, flux de diffusion molaire) du polluant
	Quantité de matériau et/ou de polluant présente
Installations CVCA	Température de service
	Contenu chimique ou polluant du combustible
	Propriétés physico-chimiques du polluant
	Intégrité structurale du réseau de distribution (ex. : fuites dans les conduits)
	Entretien des installations (ex. : nettoyage des filtres, maintien des températures de service, désinfection des réservoirs d'eau stagnante)
Garages	Intégrité structurale des murs séparant les garages des locaux occupés
Appareillage électrique et transformateurs	Composition chimique des fluides diélectriques
	Formation d'arcs électriques, importance et température du feu
	Proximité des installations CVCA
Appareils à combustion	Type et composition chimique du combustible
	Entretien et rendement des appareils

Tableau B-5 (suite)

CATÉGORIE DE SOURCES	FACTEURS AYANT UN EFFET SUR LE TAUX D'ÉMISSION
Sources produites par les occupants	Type de source (ex. : cigare, pipe, cigarette)
	Quantité d'air exhalé
	Présence d'habitats appropriés pour les microbes (ex. : eau stagnante dans les installations CVCA, sous-sols humides)
D'origine biologique	Nombre et type d'organismes polluants présents
	Dimensions des particules du polluant
Sources extérieures	
Air extérieur Sols et rocs	Intégrité structurale du bâtiment
Eau potable	Composition chimique de l'eau potable traitée
	Propriétés physico-chimiques du polluant en cause
	Température de l'eau
	Quantité d'eau consommée
	Quantité aspirée
Équipement et fourniture	
Matériel de bureau Fournitures de laboratoires Fournitures d'art	Propriétés physico-chimiques du du produit chimique ou polluant
	Méthode d'utilisation ou d'application du produit
	État physique du produit

TABLEAU C-1

LISTE DE VÉRIFICATION DES TEMPÉRATURES

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
TROP CHAUD OU TROP FROID	1. VÉRIFIER LE RÉGLAGE DES THERMOSTATS	1. VÉRIFIER L'ÉTALONNAGE THERMOSTATS
	2. VÉRIFIER L'ALIMENTATION PNEUMATIQUE OU ÉLECTRIQUE	2. VERIFIER SI LE DÉBIT D'AIR EST APPROPRIÉ
	3. VÉRIFIER LES FILTRES, S'ILS SONT COLMATÉS, IL EST POSSIBLE QU'ILS NE PUISSENT SOUTENIR LA DEMANDE DE CHAUFFAGE ET DE REFROIDISSEMENT	3. VÉRIFIER L'EFFICACITÉ DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE REFROIDISSEMENT
	4. MESURER LA TEMPÉRATURE DE L'AIR EXTÉRIEUR. SI ELLE EST TROP ÉLEVÉE, LE CYCLE D'ÉCONOMIE NE POURRA PAR ASSURER UN REFROIDISSEMENT SUFFISANT. METTRE EN MARCHE LE REFROIDISSEMENT MÉCANIQUE	4. VÉRIFIER LA DISTRIBUTIION L'AIR ET LES TRAJETS DE CIRCULATION
	5. VÉRIFIER LES SOURCES DE CHAUFFAGE ET DE REFROIDISSEMENT, LA TEMP. DE L'AIR D'ALIMENTATION ET LA TEMP. DE RAYONNEMENT.	
AIR STAGNANT OU INSUFFISANT "MANQUE D'OXYGENE"	1. SENSATION SOUVENT CAUSÉE PAR UNE TEMPÉRATURE TROP ÉLEVÉE. FAIRE LES MÊMES VÉRIFICATIONS QUE CI-DESSUS.	
	2. VÉRIFIER L'ÉCOULEMENT D'AIR AVEC UNE SOURCE FUMIGÈNE. VOIR LA LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ÉCOULEMENT D'AIR	

TABLEAU C-2

LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ÉCOULEMENT D'AIR

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
ABSENCE D'AIR	1. REMETTRE LE VENTILATEUR EN SERVICE	1. INSPECTER LES BOUCHES DE VENTILATION
	2. VÉRIFIER LE REGISTRE COUPE-FEU	
	3. OUVRIR LES REGISTRES DES CONDUITS SECONDAIRES	
	4. ENLEVER CE QUI OBSTRUE LES BOUCHES DE SOUFFLAGE	
AIR INSUFFISANT	1. NETTOYER LES FILTRES	1. VÉRIFIER L'ÉQUILIBRAGE
	2. RESSERRER LA COURROIE DU VENTILATEUR	2. AUGMENTER LA VITESSE DU VENTILATEUR D'ALIMENTATION ET/OU DU VENTILATEUR DE RETOUR
	3. ENLEVER LA NEIGE ACCUMULÉE SUR LES PRISES D'AIR	3. REDIMENSIONNER LES BOUCHES DE SOUFFLAGE
	4. OUVRIR LE REGISTRE DU CONDUIT SECONDAIRE	4. COLMATER LES FUITES DANS LES CONDUITS
	5. DÉBLOQUER LES DIFFUSEURS	5. NETTOYER LES SERPENTINS OBSTRUÉS
EXCÈS D'AIR	1. RÉGLER LE REGISTRE DU CONDUIT SECONDAIRE	1. RALENTIR LES VENTILATEURS
		2. REDIMENSIONNER LES BOUCHES DE SOUFFLAGE
		3. RÉÉQUILIBRER L'INSTALLATION

TABLEAU C-3

LISTE DE VÉRIFICATION DE L'HUMIDITÉ

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
TROP FAIBLE	1. VÉRIFIER LE POINT DE CONSIGNE DE L'HUMIDISTAT. 2. VÉRIFIER LE BON FONCTIONNEMENT DES AJUTAGES D'HUMIDIFICATEURS, DES JETS DE VAPEURS, ETC. 3. EXPLIQUER AUX OCCUPANTS QUE L'HUMIDITÉ DOIT ÊTRE MAINTENUE BASSE EN RAISON DES RISQUES DE DOMMAGES À L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT ET DE CONDENSATION SUR LES FENÊTRES. 4. VÉRIFIER SI LE DÉBIT D'AIR EST SUFFISANT (FILTRES ENCRASSÉS, COURROIES DE VENTILATEUR DESSERRÉES, ETC.) POUR COMPENSER L'INFILTRATION EXCESSIVE D'AIR SEC.	1. VÉRIFIER L'ÉTALONNAGE DE L'HUMIDISTAT.
TROP ÉLEVÉE	1. VÉRIFIER LES POINTS DE CONSIGNE.	1. VÉRIFIER LES RÉGLAGES DU CONDITIONNEMENT D'AIR POUR CONSTATER SI UN RÉCHAUFFAGE NE POURRAIT PAS ÊTRE UTILISÉ POUR ASSURER UNE MEILLEURE DÉSHUMIDIFICATION 2. LIMITER L'UTILISATION DU CYCLE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE PAR TEMPS CHAUD ET HUMIDE, UTILISER PLUTÔT UN REFROIDISSEMENT MÉCANIQUE

TABLEAU C-4

LISTE DE VÉRIFICATION DES SYMPTÔMES RESSENTIS

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
MAUX DE TÊTE, IRRITATION DES YEUX, DES OREILLES, DU NEZ, DE LA GORGE OU DE LA PEAU, SOMNOLENCE	1. S'ASSURER QUE LE REGISTRE D'AIR EXTÉRIEUR S'OUVRE	1. VÉRIFIER LES DÉBITS DE VENTILATION ET DE RENOUVELLEMENT D'AIR
	2. INSPECTER L'APPAREILLAGE CVCA POUR DÉCELER DES MOISISSURES	2. AVEC LES INSTRUMENTS NÉCESSAIRES, MESURE LES CONCENTRATIONS DE CO, CO_2, PARTICULES ET ORGANISMES BIOLOGIQUES
	3. VÉRIFIER S'IL N'Y A PAS EU RÉCEMMENT DES DÉVERSEMENTS SUR LE TAPIS	
	4. REGARDER S'IL N'Y A PAS DES MARES D'EAU STAGNANTE PRÈS DES PRISES D'AIR EXTÉRIEUR	
	5. S'ASSURER QUE L'AIR ÉVACUÉ ET L'EFFLUENT DES TOURS DE REFROIDISSEMENT NE PÉNÈTRENT PAS DANS LE B?TIMENT PAR LES PRISES D'AIR	
	6. INSTAURER UNE INTERDICTION DE FUMER.	
AIR STAGNANT OU INSUFFISANT	1. ABAISSER LA TEMPÉRATURE DE CONSIGNE DU THERMOSTAT	1. VÉRIFIER LE RENOUVELLEMENT D'AIR
	2. Y A-T-IL UN DIFFUSEUR D'AIR D'ALIMENTATION DANS LA ZONE AFFECTÉE? SINON, POURRAIT-ON EN DÉPLACER UN (SUR SA CONDUITE FLEXIBLE) POUR LE METTRE DANS LA ZONE AFFECTÉE?	2. RÉÉQUILIBRER L'ALIMENTATION EN AIR POUR UNE MEILLEURE DISTRIBUTION

TABLEAU C-5

LISTE DE VÉRIFICATION DU BRUIT

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
BRUIT AÉRIEN À HAUTE FRÉQUENCE	1. OUVRIR LE REGISTRE DU CONDUIT SECONDAIRE 2. ENLEVER LES OBSTRUCTIONS DANS LE DIFFUSEUR	1. RÉÉQUILIBRER L'INSTALLATION
BRUIT AÉRIEN À BASSE FRÉQUENCE	1. PROBABLEMENT LE BRUIT DU VENTILATEUR. L'AIDE D'UN SPÉCIALISTE EST NÉCESSAIRE	1. RALENTIR LES VENTILATEURS 2. AJOUTER DES DÉFLECTEURS À LA SORTIE DU VENTILATEUR 3. AJOUTER LES DISPOSITIFS INSONORISANTS

TABLEAU C-6

LISTE DE VÉRIFICATION DES PROBLÈMES D'ODEURS

PROBLÈME	CORRECTION RAPIDE PAR L'OPÉRATEUR	MESURES PRISES PAR UN SPÉCIALISTE EN CVCA
ODEUR CORPORELLE	1. S'ASSURER QUE LE REGISTRE D'AIR EXTÉRIEUR EST SUFFISAMMENT OUVERT POUR FOURNIR LA VENTILATION NÉCESSAIRE	1. VÉRIFIER ET AUGMENTER AU BESOIN LE DÉBIT DE VENTILATION ET DE RENOUVELLEMENT D'AIR ET RÉÉQUILIBRER L'ALIMENTATION EN AIR.
MOISI	1. REMPLACER LES TAPIS MOUILLÉS DEPUIS UN CERTAIN TEMPS 2. INSPECTER LES BACS D'ÉGOUTTEMENT ET L'APPAREILLAGE DE CONDITIONNEMENT D'AIR POUR DÉCELER DES TRACES DE MOISISSURE	1. APPLIQUER LES MÉTHODES DE CORRECTION RAPIDE MAIS FOURNIR L'INSTRUMENTATION POUR QUANTIFIER LE PROBLÈME.
GAZ D'ÉCHAPPEMENT	1. ÉVITER LA CONTAMINATION DE L'AIR PRIS À L'EXTÉRIEUR PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT 2. S'ASSURER QUE LES VESTIBULES DES GARAGES SONT PRESSURISÉS PAR UNE ALIMENTATION EN AIR	
ODEUR D'APPAREILS ÉLECTRIQUE	1. RETRACER L'ODEUR JUSQU'À SA SOURCE ET REMPLACER LE MOTEUR, LE BALLAST OU TOUT AUTRE APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE DÉFECTUEUX	
GAZ NATUREL	1. RETRACER L'ODEUR JUSQU'À SA SOURCE ET COLMATER LA FUITE OU RALLUMER LA VEILLEUSE	
ODEURS DIVERSES	1. VÉRIFIER S'IL N'Y A PAS UNE ODEUR BIZARRE AUX ENVIRONS DES PRISES D'AIR EXTÉRIEUR 2. RETRACER L'ODEUR JUSQU'À SA SOURCE, SI POSSIBLE	